



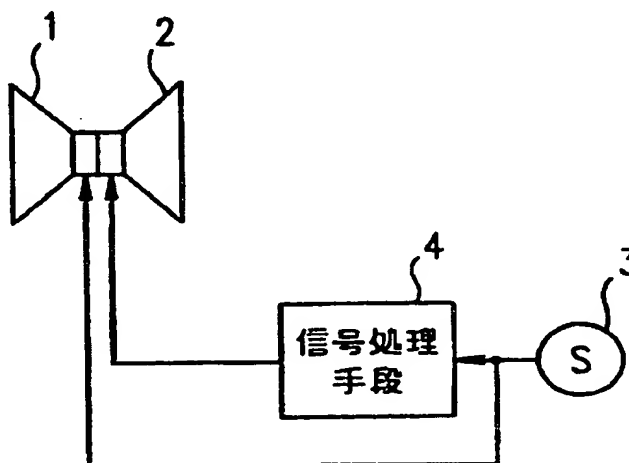
(51) 国際特許分類6 H04R 5/02	A1	(11) 国際公開番号 WO99/22549 (43) 国際公開日 1999年5月6日(06.05.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP98/04471 (22) 国際出願日 1998年10月2日(02.10.98) (30) 優先権データ 特願平9/291265 1997年10月23日(23.10.97) 特願平9/291266 1997年10月23日(23.10.97) (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.)(JP/JP) 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 角張 勲(KAKUHARI, Isao)(JP/JP) ✓ 〒562-0005 大阪府箕面市新稲5-15-A302 Osaka, (JP) 寺井賢一(TERAJ, Kenichi)(JP/JP) ✓ 〒575-0013 大阪府四條畷市田原台5-10-10 Osaka, (JP) 橋本裕之(HASHIMOTO, Hiroyuki)(JP/JP) ✓ 〒574-0044 大阪府大東市諸福1-7-18 Osaka, (JP)	(74) 代理人 弁理士 山本秀策(YAMAMOTO, Shusaku) 〒540-6015 大阪府大阪市中央区城見一丁目2番27号 クリスタルタワー15階 Osaka, (JP) (81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書	

(54)Title: PUBLIC ADDRESSING SYSTEM

(54)発明の名称 拡声装置

(57) Abstract

A public addressing system comprising a sound signal source for outputting a sound signal, an intensified sound source for receiving a sound signal from the sound signal source and radiating an intensified sound, a controlled sound source installed close to the intensified sound source to radiate a controlled sound, and a signal processing means for controlling at least one of amplitude and phase of the sound signal from the sound signal source to generate a controlled sound signal and then giving the generated controlled sound signal to the controlled sound source so that the interference of the intensified sound and the controlled sound will form an acoustic space that has a desired directivity.



100

4 ... SIGNAL PROCESSING MEANS

(57)要約

拡声装置が、音響信号を出力する音響信号源と、該音響信号源から音響信号が入力されて拡声音を放射する拡声音源と、該拡声音源の近傍に設置され、制御音を放射する制御音源と、該拡声音と該制御音との干渉により所望の指向性を有する音響空間を形成するように、該音響信号源の該音響信号の振幅及び位相の少なくとも一方を制御して制御音信号を生成し、該制御音源に与える信号処理手段と、を備える。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CA	カナダ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	US	米国
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CG	コンゴ	IL	イスラエル	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CH	スイス	IN	インド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CI	コートジボアール	IS	アイスランド	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CM	カメルーン	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CN	中国	JP	日本	PL	ポーランド		
CU	キューバ	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CY	キプロス	KG	キルギスタン	RO	ルーマニア		
CZ	チェコ	KP	北朝鮮	RU	ロシア		
DE	ドイツ	KR	韓国	SD	スーダン		
DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	SE	スウェーデン		
EE	エストニア	LC	セントルシア				

明 細 書

拡声装置

5 技術分野

本発明は、能動的指向性制御を用いて任意の指向性を有する拡声音を出力する拡声装置に関する。

背景技術

10 従来、拡声音の指向特性を高めるために、ホーンスピーカシステムが用いられている。このような従来の拡声装置について、図1を参照しながら説明する。

図1に示す従来のホーンスピーカシステム20は、ホーンドライバ21と、音響放射方向及び指向角を制御するホーン22と、を含む。ホーン22は、ホーン音響放射面23によって前方に拡声音を放射する音響管である。図中に示す*i*は、
15 ホーン音響放射面23の口径であり、*k*は、ホーン22の内部における音の進行方向を示す矢印である。

一般に指向角を狭くするためには、ホーン音響放射面23の口径*i*を大きくする必要がある。また、放射する音の音圧周波数特性の乱れを小さくするためには、軸方向に沿ったホーン22の音響インピーダンスの周波数変化を小さくする必要がある。そこで、図1のホーン22では、音波の進行方向*k*に垂直な断面積を、
20 連続的且つ滑らかに変化させている。ホーンドライバ21で再生された音波は、ホーン22の内部を矢印*k*の方向に導かれながら指向性が制御されて、ホーン音響放射面23から外部へ放射される。

しかし、上記の従来の拡声装置20では、狭指向性にするためには、ホーン音響放射面23を大きくする必要がある。また、放射される拡声音の指向特性はホーン22の形状によって一意的に決まるため、必要とする指向特性に応じて、ホ
25

ーン 22 を取り替える必要がある。

一方、音響信号の再生は、環境騒音の中でも良好な S/N 比で行われることが望ましい。このため、従来より、回転楕円体状の音響反射板を用いた指向性スピーカ装置が提案されている。以下には、そのような従来例を図面を参照しながら説明する。

図 2 は、特開平 2-87797 号公報に示される従来の指向性スピーカ装置 30 の構成図である。

この指向性スピーカ装置 30 では、凹面状（パラボラ状）の反射板 31 の内側に、音源 32 を反射板 31 の中央部に向けて設置する。こうすると、音源 32 から出力された音は反射板 31 で反射され、反射板 31 の軸方向に強い指向性を持った音が、音源 32 の後方に出力される。

また、図 3 は、特開平 8-228394 号公報に示される他の従来の指向性スピーカ装置 40 の構成図である。

この指向性スピーカ装置 40 では、凹面状（半球状）の反射板 41 の内側に、音源 42 を反射板 41 の中央部に向けて設置する。音源 42 と反射板 41 とは一定の間隔に保たれ、音源 42 の後方には、後面カバー 43 が取り付けられている。この後面カバー 43 で音源 42 の後面を覆うことによって、音源 42 から直接後方に放射される音を、低減させる。このようにして発散成分を少なくすることにより、反射板 41 からの反射音による指向特性をより強調させている。

しかし、図 2 に示した従来の指向性スピーカ装置 30 では、音源 32 の後方からも音が放射して、音源 32 を中心に音が四散するため、狭い指向特性を得ることは困難である。また、図 3 に示した従来の指向性スピーカ装置 40 では、音源 42 の後方からの音の放射を低減するために吸音材料や遮音材料で構成された後面カバー 43 を設けているが、実際には、非常に高い周波数以外では放射音の低減は困難である。

更に、上記のような拡声装置の一つのアプリケーションとして、車載用拡声装

置がある。一般には、従来の車載用拡声装置としては、再生音を周囲に効率よく拡散するためにホーンスピーカシステムが用いられている。以下には、従来のある車載用拡声装置 50 について、図 4 を参照しながら説明する。

図 4 において、34 はホーンドライバ、35 は音響放射主軸および指向角を制御する折り返しホーン、36 はホーン音響放射面、 i はホーン音響放射面の口径、 j はホーン長、 k 及び k' はホーン中心軸である。一般に、指向角が狭いほど、ホーン音響放射面 36 の口径 i は大きくなる。また、良好な音圧周波数特性を得るためには、ホーン中心軸 k 及び k' の長さを大きくする必要があるが、ホーンを折り曲げた折り返しホーン 35 を使用してホーンドライバ 34 とホーン音響放射面 36 とを結合することにより、ホーン中心軸 k 及び k' の長さを短くすることなく、ホーン長 j を小さくしている。

このような構成の従来の車載用拡声装置 50 では、ホーンドライバ 34 で再生された音波は、折り返しホーン 35 の内部をホーン中心軸 k 及び k' に沿って矢印の方向に導かれ、指向性が制御されてホーン音響放射面 36 から外部へ放射される。

しかし、上記の従来の車載用拡声装置 50 では、狭指向性にするためには、ホーン音響放射面 36 を大きくする必要がある。しかし、実際には、車体外部に設置するために、ホーン音響放射面 36 を大きくすることが困難である。そのため、小さな口径のホーンスピーカシステムを用いざるを得ず、その結果として指向特性が広角になり、放射音が運転者をはじめとする搭乗者に伝達して会話やラジオの受聴などの妨げとなる。

発明の開示

本発明の拡声装置は、音響信号を出力する音響信号源と、該音響信号源から該音響信号が入力されて拡声音を放射する拡声音源と、該拡声音源の近傍に設置されて制御音を放射する制御音源と、該拡声音と該制御音との干渉により所望の指

向性を有する音響空間を形成するように、該音響信号源の該音響信号の振幅及び位相の少なくとも一方を制御して制御音信号を生成し、該制御音源に与える信号処理手段と、を備える。

ある実施形態では、前記信号処理手段は、前記制御音源の近傍に取り付けられ、
5 前記拡声音と前記制御音との合成音を検出する誤差検出器と、所定の指向特性となるように該誤差検出器の出力及び前記音響信号源の前記音響信号の一方を選択する指向特性選択手段と、該指向特性選択手段によって選択された信号を用いて前記制御音信号を生成して、該制御音源に与える演算手段と、を備えており、該演算手段は、該誤差検出器の方向への該拡声音が低減する指向性を確保するとき
10 には、該誤差検出器の出力信号が0となるように該音響信号源の該音響信号の振幅及び位相を制御した信号を第1の制御音信号として生成し、ダイポール指向性を確保するときには、該音響信号源の該音響信号の位相を反転した信号を第2の制御音信号として生成し、無指向性を確保するときには、該音響信号源の該音響信号と同相の信号を第3の制御音信号として生成し、該第1～第3の制御音信号の何れかを該制御音信号として該制御音源に与える。
15

前記制御音源は、その音響放射面が前記拡声音源の音響放射面と対称の位置になるように、該拡声音源と同一軸上に設置され得る。

前記誤差検出器は、前記拡声音源と前記制御音源との各々の音響放射面の中心を通る直線上に設置され得る。

ある実施形態では、前記演算手段は、前記制御音源から前記誤差検出器に至る空間の伝達関数をCとするときに、前記音響信号源の出力する前記音響信号に対して該伝達関数Cを乗算するフィルタードXフィルタと、該音響信号源の該音響信号に対して伝達関数Fで畳込み演算を行い、得られた演算結果を前記第1の制御音信号として該制御音源に与える適応フィルタと、前記指向特性選択手段の出力が誤差信号として入力され、該フィルタードXフィルタの出力を基準信号として入力され、該誤差信号が小さくなるように該適応フィルタの係数を更新して、
20
25

該伝達関数 F を最適化する係数更新器と、を備える。

前記拡声音源は、前記音響信号源の前記音響信号を空気振動に変換するホーンドライバと、該ホーンドライバから出力される該空気振動の波面を、音波の進行方向に向かって連続的に拡大させるホーン状の音響管と、を備え得る。

- 5 前記制御音源は、前記信号処理手段の出力する前記制御音信号を空気振動に変換するホーンドライバと、該ホーンドライバから出力される該空気振動の波面を、音波の進行方向に向かって連続的に拡大させるホーン状の音響管と、を備え得る。

前記音響管は、少なくとも1回の折り返しを有するホーンを含み得る。好ましくは、前記音響管の前記折り返し回数は奇数回である。

- 10 所望の周波数における前記拡声音の位相と前記制御音の位相との間の差が、該拡声音の音響放射の主軸方向では実質的に90度以内になるように、前記拡声音源の音響放射面と前記制御音源の音響放射面とは配置され得る。

- 15 本発明の他の局面によれば、拡声装置が、凹面状の反射板と、該反射板の中心方向に単一指向性を有するように該反射板の内部に取り付けられた音源と、を備える。

- ある実施形態では、前記音源は、制御音を出力する制御音源と拡声音を出力する拡声音源とを含み、更に、音響信号を出力する音響信号源と、該拡声音と該制御音との干渉により所望の指向性を有する音響空間を形成するように、該音響信号源の該音響信号の振幅及び位相の少なくとも一方を制御して制御音信号を生成し、該制御音源に与える信号処理手段と、を備える。
- 20

- ある実施形態では、前記信号処理手段は、前記制御音源による前記制御音の放射空間に取り付けられ、前記拡声音と該制御音の合成音を検出する誤差検出器と、該制御音源から該誤差検出器に至る音響空間の伝達関数を C とするときに、前記音響信号源の出力する前記音響信号に対して伝達関数 C を乗算するフィルタードXフィルタと、該音響信号源の該音響信号に対して伝達関数 F で畳込み演算を行い、演算結果を前記制御音信号として該制御音源に与える適応フィルタと、該誤
- 25

差検出器の出力が誤差信号として入力され、該フィルタードXフィルタの出力が基準信号として入力され、該誤差信号が小さくなるように該適応フィルタの係数を更新して、該伝達関数Fを最適化する係数更新器と、を備える。

5 前記拡声装置は、前記音響信号源の出力する前記音響信号に対して、遅延制御、振幅制御、及び位相制御の少なくとも1つの制御を行って、結果として得られる信号を前記拡声音源に与える信号補正手段を更に備え得る。この場合に、前記信号処理手段は、前記制御音源による前記制御音の放射空間に取り付けられ、前記拡声音と該制御音の合成音を検出する誤差検出器と、該制御音源から該誤差検出器に至る音響空間の伝達関数をCとするときに、前記音響信号源の出力する前記音響信号に対して伝達関数Cを乗算するフィルタードXフィルタと、該音響信号源の該音響信号に対して伝達関数Fで畳込み演算を行い、演算結果を前記制御音信号として前記制御音源に与える適応フィルタと、該誤差検出器の出力が誤差信号として入力され、該FXフィルタの出力が基準信号として入力され、該誤差信号が小さくなるように該適応フィルタの係数を更新して、該伝達関数Fを最適化する係数更新器と、を備え得て、前記信号補正手段は、前記遅延制御を行う場合には、該制御音源から放射された該制御音が該誤差検出器に到達するのに要する時間に相当する遅延時間で該遅延制御を行い得る。前記適応フィルタの前記伝達関数Fは、前記拡声音源から前記誤差検出器までの音響伝達関数をGとするときに $-G/C$ と表現され得る。

20 前記制御音源は、その音響放射面が前記拡声音源の音響放射面と対称となるように該拡声音源と同一軸上に取付けられ得る。

前記誤差検出器は、前記拡声音源の音響放射面及び前記制御音源の音響放射面の各々の中心を通る直線上に設置され得る。

25 所望の周波数における前記拡声音の位相と前記制御音の位相との間の差が、該拡声音の音響放射の主軸方向では実質的に90度以内になるように、前記拡声音源の音響放射面と前記制御音源の音響放射面とは配置され得る。

本発明の更に他の局面によれば、車載用拡声装置が、搭乗者の位置の近傍に取り付けられて、少なくとも1つの音響放射の主軸が車室外に向いているダイポール音源と、音響信号を増幅した後にその出力を該ダイポール音源に入力する信号処理手段と、を備える。

- 5 ある実施形態では、前記ダイポール音源の中心近傍に取り付けられて、その音響放射が該ダイポール音源の車室内に向いている前記音響放射と逆位相になるように駆動される無指向性音源を更に備え、前記信号処理手段の前記出力は、該無指向性音源にも入力される。

- 10 ある実施形態では、前記ダイポール音源は、少なくとも2つのスピーカを含み、該少なくとも2つのスピーカは各々の音響放射面が互いに反対方向になるように配置されていて、前記信号処理手段は、該ダイポール音源に含まれる該スピーカの少なくとも1つに対する入力の位相を可変する。

- 15 例えば、前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも2つのスピーカの各々は、音波の進行方向に垂直な断面積が連続的に変化する音響管を有し、該各々のスピーカの該音響管はその音響放射面が互いに反対方向に向くように配置されていて、前記信号処理手段の出力によって駆動されるスピーカの放射音は該音響管に導かれて放射される。

- 20 ある実施形態では、前記信号処理手段は、前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも2つのスピーカの内の第1のスピーカの近傍に配置された放射音検出器と、該ダイポール音源に含まれる第2のスピーカの近傍に配設された誤差検出器と、該放射音検出器及び該誤差検出器の各々の出力を加算する加算器と、前記音響信号と該加算器の該出力とが入力されて、該加算器の該出力が小さくなるように演算を行って、得られた結果を該誤差検出器の近傍に位置する該第2のスピーカに入力する演算手段と、を備え、該音響信号が、該放射音検出器の近傍に位置する該第1のスピーカに入力されるように構成されている。
- 25

その場合に、例えば、前記演算手段は、前記音響信号が入力される適応フィル

タと、該音響信号が入力されるフィルタと、前記加算器の前記出力と該フィルタの出力とが入力される係数更新器と、を備え、該適応フィルタの出力は前記誤差検出器の近傍に位置する前記第2のスピーカに入力され、該係数更新器は、該加算器の該出力が小さくなるように演算を行って該適応フィルタの係数を更新し、
5 該フィルタは、該誤差検出器から該誤差検出器の近傍に位置する該第2のスピーカまでの伝達関数に等しい特性を有する。

他の実施形態では、前記信号処理手段は、前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも2つのスピーカの内の第1のスピーカの近傍に配置された放射音検出器と、該ダイポール音源に含まれる第2のスピーカの近傍に配置された第1の誤差検出器と、前記無指向性音源の近傍に配置された第2の誤差検出器と、該第2の誤差検出器の出力が入力される信号補正手段と、該放射音検出器の出力と該第1の誤差検出器の出力とを加算する第1の加算器と、該第1の誤差検出器の該出力と該信号補正手段の出力とを加算する第2の加算器と、前記音響信号と該第1の加算器の出力信号とが入力されて、該第1の加算器の該出力信号が小さくなるように演算を行って、その出力が該第1の誤差検出器の近傍に位置する該第2のスピーカに入力される第1の演算手段と、該音響信号と該第2の加算器の出力信号とが入力されて、該第2の加算器の該出力信号が小さくなるように演算を行って、その出力が該無指向性音源に入力される第2の演算手段と、を備え、該前記音響信号を該放射音検出器の近傍に位置する該第1のスピーカに入力するように構成されている。
10
15
20

その場合に、例えば、前記第1の演算手段は、前記音響信号が入力される第1の適応フィルタと、該音響信号が入力される第1のフィルタと、前記第1の加算器の前記出力と該第1のフィルタの出力とが入力される第1の係数更新器と、を備え、該第1の適応フィルタの出力が該第1の誤差検出器の近傍に位置する前記第2のスピーカに入力され、該第1の係数更新器は、該第1の加算器の該出力が小さくなるように演算を行って、該第1の適応フィルタの係数を更新し、該第1

のフィルタは、該第 1 の誤差検出器から該第 1 の誤差検出器の近傍に位置する該第 2 のスピーカまでの伝達関数に等しい特性を有しており、前記第 2 の演算手段は、該音響信号が入力される第 2 の適応フィルタと、該音響信号が入力される第 2 のフィルタと、前記第 2 の加算器の前記出力と該第 2 のフィルタの出力とが入力される第 2 の係数更新器と、を備え、該第 2 の適応フィルタの出力が前記無指向性音源に入力され、該第 2 の係数更新器は、該第 2 の加算器の該出力が小さくなるように演算を行って、該第 2 の適応フィルタの係数を更新し、該第 2 のフィルタは、該第 2 の誤差検出器から該無指向性音源までの伝達関数に等しい特性を有する。

前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも 2 つのスピーカの各々が有する前記音響管は、所望の屈曲形状の音道から構成され得る。

好ましくは、前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも 2 つのスピーカは、該スピーカの各々が有する前記音響管に含まれる前記音響放射面の間隔が、再生音の波長のほぼ $1/2$ 以下になるように配置されている。

前記ダイポール音源は、拡声音を放射する拡声音源と制御音を放射する制御音源とを含み得て、所望の周波数における該拡声音の位相と該制御音の位相との間の差が、該拡声音の音響放射の主軸方向では実質的に 90 度以内になるように、該拡声音源の音響放射面と該制御音源の音響放射面とが配置され得る。

これより、本発明の目的は、(1) スピーカシステムの構造を大幅に変えることなく、狭指向特性から広指向特性までの複数の指向特性を信号処理によって実現する、拡声装置を提供すること、(2) 音源の後方から放射される音を低減し、反射板による鋭い指向特性を実現する拡声装置としての指向性スピーカ装置を提供すること、及び、(3) 上記のような拡声装置を使用して、形状を大きくすることなく狭指向特性を実現し、運転者や搭乗者に伝達する放射音が低減されている車載用拡声装置を提供すること、である。

本発明のこれら及び他の効果は、添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読

み且つ理解することによって、当業者には明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

図 1 は、従来のある拡声装置の構成を模式的に示す図である。

5 図 2 は、従来のある指向性スピーカ装置の構成を模式的に示す図である。

図 3 は、従来のある他の指向性スピーカ装置の構成を模式的に示す図である。

図 4 は、従来のある車載用拡声装置の構成を模式的に示す垂直断面図である。

図 5 は、本発明の第 1 の実施形態における拡声装置の構成を模式的に示す図である。

10 図 6 は、本発明の第 2 の実施形態における拡声装置に用いられる信号処理手段のブロック図である。

図 7 A ～ 7 E は、図 6 の拡声装置の動作を説明するための信号波形図である。

図 8 は、本発明の第 3 の実施形態における拡声装置の構成の一部を模式的に示す図である。

15 図 9 は、本発明の第 4 の実施形態における拡声装置の構成の一部を模式的に示す図である。

図 10 は、図 9 の拡声装置の指向特性を示す図である。

図 11 は、本発明の第 5 の実施形態における拡声装置に用いられる演算手段のブロック図である。

20 図 12 は、本発明の第 6 の実施形態における拡声装置の構成の一部を模式的に示す図である。

図 13 は、本発明の第 7 の実施形態における拡声装置の構成の一部を模式的に示す図である。

25 図 14 は、本発明の第 7 の実施形態における拡声装置の他の構成の一部を模式的に示す図である。

図 15 は、本発明の第 7 の実施形態における拡声装置の構成の一部を模式的に

示す図である。

図 1 6 は、本発明の第 8 の実施形態における指向性スピーカ装置の構成を模式的に示す図である。

5 図 1 7 A は、シミュレーションによって求めた従来の指向性スピーカ装置による放射拡声音の音圧分布である。

図 1 7 B は、シミュレーションによって求めた図 1 6 の指向性スピーカ装置による放射拡声音の音圧分布である。

図 1 7 C は、図 1 7 A 及び図 1 7 B の音圧分布に対する指標を示す図である。

10 図 1 8 は、本発明の第 9 の実施形態における指向性スピーカ装置の構成を模式的に示す図である。

図 1 9 は、本発明の第 1 0 の実施形態における指向性スピーカ装置の構成を模式的に示す図である。

図 2 0 は、本発明の第 1 1 の実施形態における指向性スピーカ装置の構成を模式的に示す図である。

15 図 2 1 は、本発明の第 1 2 の実施形態における指向性スピーカ装置の構成の一部を模式的に示す図である。

図 2 2 は、本発明の第 1 3 の実施形態における指向性スピーカ装置の構成を模式的に示す図である。

20 図 2 3 は、本発明の第 1 4 の実施形態における車載用拡声装置をトラックタイプの自動車に適用した構成を模式的に示す図である。

図 2 4 は、図 2 3 の装置構成における電気回路のブロック図である。

図 2 5 は、本発明の第 1 5 の実施形態における車載用拡声装置をトラックタイプの自動車に適用した構成を模式的に示す図である。

図 2 6 は、図 2 5 の装置構成における電気回路のブロック図である。

25 図 2 7 は、本発明の第 1 6 の実施形態における車載用拡声装置をトラックタイプの自動車に適用した構成における電気回路のブロック図である。

図28Aは、本発明の第16の実施形態における車載用拡声装置に含まれる2つのスピーカの位相差を180度とした場合に得られる指向特性の、境界要素法によるシミュレーション結果を示す図である。

5 図28Bは、本発明の第16の実施形態における車載用拡声装置に含まれる2つのスピーカの位相差を150度とした場合に得られる指向特性の、境界要素法によるシミュレーション結果を示す図である。

図28Cは、本発明の第16の実施形態における車載用拡声装置に含まれる2つのスピーカの位相差を120度とした場合に得られる指向特性の、境界要素法によるシミュレーション結果を示す図である。

10 図28Dは、本発明の第16の実施形態における車載用拡声装置に含まれる2つのスピーカの位相差を90度とした場合に得られる指向特性の、境界要素法によるシミュレーション結果を示す図である。

図29は、本発明の第17の実施形態における車載用拡声装置の音源構成とその電気回路を示すブロック図である。

15 図30は、本発明の第18の実施形態における車載用拡声装置の音源構成とその電気回路を示すブロック図である。

図31は、本発明の第19の実施形態における車載用拡声装置の音源構成とその電気回路を示すブロック図である。

20 図32は、本発明の第20の実施形態における車載用拡声装置の音源構成とその電気回路を示すブロック図である。

図33は、本発明の第21の実施形態における車載用拡声装置の音源構成とその電気回路を示すブロック図である。

図34Aは、本発明の第22の実施形態における車載用拡声装置に含まれる音響管の垂直断面図である。

25 図34Bは、本発明の第22の実施形態における車載用拡声装置に含まれる音響管の水平断面図である。

図 3 5 A は、本発明の第 2 3 の実施形態における車載用拡声装置に含まれる 2 つのスピーカの音響放射面の間隔を、再生音の波長の $1/4$ とした場合に得られる指向特性の境界要素法によるシミュレーション結果を示す図である。

図 3 5 B は、本発明の第 2 3 の実施形態における車載用拡声装置に含まれる 2 つのスピーカの音響放射面の間隔を、再生音の波長の $1/2$ とした場合に得られる指向特性の境界要素法によるシミュレーション結果を示す図である。

図 3 5 C は、本発明の第 2 3 の実施形態における車載用拡声装置に含まれる 2 つのスピーカの音響放射面の間隔を、再生音の波長の $2/3$ とした場合に得られる指向特性の境界要素法によるシミュレーション結果を示す図である。

図 3 5 D は、本発明の第 2 3 の実施形態における車載用拡声装置に含まれる 2 つのスピーカの音響放射面の間隔を、再生音の波長の $8/9$ とした場合に得られる指向特性の境界要素法によるシミュレーション結果を示す図である。

図 3 6 は、拡声音源と制御音源との間隔が制御周波数における波長 λ の $1/4$ である場合について、制御周波数における拡声音源及び制御音源の各々からの放射音の広がりを平面的に示した模式図である。

図 3 7 A は、図 3 6 における拡声音源からの放射音（拡声音）の広がりを断面的に示した図である。

図 3 7 B は、図 3 6 における制御音源からの放射音（制御音）の広がりを断面的に示した図である。

図 3 7 C は、図 3 7 A の拡声音と図 3 7 B の制御音との干渉に得られる波形を断面的に示す図である。

図 3 8 は、拡声音源と制御音源との間隔が制御周波数における波長 λ の $1/2$ である場合について、制御周波数における拡声音源及び制御音源の各々からの放射音の広がりを平面的に示した模式図である。

図 3 9 A は、図 3 8 における拡声音源からの放射音（拡声音）の広がりを断面的に示した図である。

図 3 9 B は、図 3 8 における制御音源からの放射音（制御音）の広がりを断面的に示した図である。

図 3 9 C は、図 3 9 A の拡声音と図 3 9 B の制御音との干渉に得られる波形を断面的に示す図である。

5

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明を、添付の図面を参照しながら図示されている実施例を例にとって、説明する。

10 第 1 の実施形態

本発明の第 1 の実施形態における拡声装置について、図面を参照しながら説明する。図 5 は、本実施形態の拡声装置 1 0 0 の構成を模式的に示す図である。この拡声装置 1 0 0 は、拡声音源 1、制御音源 2、音響信号源 3、及び信号処理手段 4 を含む。

15 拡声音源 1 は、音響信号源 3 からの音響信号を拡声音に変換して放射する。一方、制御音源 2 は、信号処理手段 4 からの制御音信号を制御音に変換して放射する。拡声音源 1 と制御音源 2 とは、お互いに逆向きに取り付けられている。両音源 1 及び 2 は、必ずしも図に示すように同軸上に配置されている必要はない。信号処理手段 4 は、音響信号源 3 からの音響信号に対して、振幅或いは位相などに関する信号処理を行うことによって、制御音信号を生成する。

20

このように拡声装置 1 0 0 を構成すると、拡声音源 1 の拡声音と制御音源 2 の制御音との間で相互干渉が生じて、拡声音源 1 の指向特性を、制御音源 2 からの制御音によって変化させることができる。従って、拡声音源 1 であるスピーカシステムの構造を変化させることなく、信号処理手段 4 での特性設定により、様々な指向特性を実現できる。

25

第2の実施形態

次に、本発明の第2の実施形態における拡声装置について、図面を参照しながら説明する。

図6は、本実施形態の拡声装置に用いられる信号処理手段4の内部構成を示した図である。本実施形態のその他の構成部分は、図5に示した拡声装置100と同様であり、ここではそれらの説明を省略する。また、図7A～7Eは、拡声音源及び制御音源に関連した信号の例を示す波形図である。

図6に示すように、信号処理手段4は、誤差検出器5、演算手段6、及び指向特性選択手段7を含む。拡声音源1からの拡声音のうちで誤差検出器5の方向に放射される音は、誤差検出器5で検出されて誤差信号に変換される。誤差検出器5から出力された誤差信号は、指向特性選択手段7に入力される。

指向特性選択手段7は、所望の指向特性に応じて演算手段6に与える信号を選択するものであり、具体的には、音響信号源3の出力（その波形の一例を図7Aに示す）或いは誤差検出器5の出力（その波形の一例を図7Bに示す）の何れか一方を選択する。演算手段6は、音響信号源3の音響信号S1（図7Aを参照）に対して指向特性選択手段7の出力信号に基づいて3種類の信号処理を行って、図7C～7Eに示すような制御音信号を生成する。すなわち、制御音出力されない場合の誤差検出器5の出力信号をS2（図7Bを参照）とすると、演算手段6は、

（1）信号S2と実質的に同振幅且つ逆位相の制御音信号S3（図7Cを参照）、

（2）音響信号源S1の出力と実質的に同振幅且つ逆位相特性を有する制御音信号S4（図7Dを参照）、及び

（3）音響信号源S1の出力と実質的に同振幅且つ同位相特性を有する制御音信号S5（図7Eを参照）、

の何れか一つを、制御音源2に出力する。

演算手段6が制御音信号S3を出力する場合には、誤差検出器5の位置における拡声音が、制御音源2から出力された制御音によって打ち消される。このため、拡声音は、誤差検出器5の方向に放射される音圧が最も少なくなる単一指向特性となる。

5 演算手段6が制御音信号S4を出力する場合には、制御音源2から放射される制御音と拡声音源1から放射される拡声音とは、実質的に同振幅且つ逆位相になる。従って、この場合の拡声音は、その音響放射の主軸方向を拡声音源1及び制御音源2の各々の前方に向けた双指向性となり、音響放射の主軸方向に垂直な方向に対しては、音圧が最も少なくなる。こうして、ダイポール指向特性が実現さ
10 れる。

更に、演算手段6が制御音信号S5を出力する場合には、制御音源2から放射される制御音と拡声音源1から放射される拡声音とは、実質的に同振幅且つ同位相になる。この場合の音響放射は、拡声音源1と制御音源2とを一对の音源と考えた場合の重心の位置を中心として、全方向に均一に拡声音が放射される。こう
15 して、無指向特性が実現される。

このように、指向特性選択手段7の出力に基づいて演算手段6が制御音源2へ出力する制御音信号が変化して、拡声音の指向特性が変化する。指向特性の選択は指向特性選択手段7において行われるので、スピーカシステムの構成を変化させることなく、様々な指向特性が得られる。

20 なお、本実施形態では、演算手段6の機能として、誤差検出器5の出力信号S2を0にするための振幅及び位相特性を有する制御音信号S3の生成、音響信号源3の出力S1と実質的に同振幅且つ逆位相特性を有する制御音信号S4の生成、或いは、音響信号源3の出力S1と実質的に同振幅且つ同位相特性を有する制御音信号S5の生成、の各場合を示している。しかし、演算手段6は、指向特性選
25 択手段7の出力に基づいて上記以外の任意の振幅及び／或いは位相を有するように制御音信号を生成することも可能であり、それによって、任意の指向特性が実

現される。

第 3 の実施形態

次に、本発明の第 3 の実施形態における拡声装置について、図面を参照しながら説明する。

図 8 は、本実施形態の拡声装置に用いられる拡声音源 1 及び制御音源 2 の位置関係を示した図である。本実施形態のその他の構成部分は、図 5 に示した拡声装置 100 と同様であり、ここではそれらの説明を省略する。

本実施形態の拡声装置では、拡声音源 1 の音響放射面 1 a と制御音源 2 の音響放射面 2 a とが対称位置に配置されるように、拡声音源 1 と制御音源 2 とを同軸上でお互いに逆向きに取り付ける。このような配置によって、音響放射面 1 a の中心と音響放射面 2 a の中心とを通る直線 L に対して、音響空間が軸対称な構成となる。このため、拡声音源 1 からの拡声音と制御音源 2 からの制御音との間の相互干渉によって得られる指向特性も、直線 L に対して軸対称になる。これによって、拡声装置を設置する際の位置決めが容易になる。

第 4 の実施形態

次に、本発明の第 4 の実施形態における拡声装置について、図面を参照しながら説明する。

図 9 は、本実施形態の拡声装置に用いられる拡声音源 1、制御音源 2、及び誤差検出器 5 の位置関係を示した図である。本実施形態のその他の構成部分は、図 5 に示した拡声装置 100 と同様であり、ここではそれらの説明を省略する。

本実施形態の拡声装置では、また、図 10 は本実施形態の拡声装置で得られる指向特性の一例である。

図 9 に示すように、誤差検出器 5 は無指向性のマイクロホンであり、制御音源 2 の近傍であって、音響放射面 1 a の中心と音響放射面 2 a の中心とを通る直線

Lの上に、設置される。このような配置によって、拡声音源1、制御音源2、及び誤差検出器5は、同一直線Lの上に位置するので、誤差検出器5の位置で拡声音源1からの拡声音に制御音源2からの制御音を干渉させて相互に打ち消し合う（すなわち、誤差検出器5の出力を0にする）際に得られる指向特性は、直線L
5 に対して軸対称になる。これにより、拡声装置を設置する際の位置決めが容易になる。

なお、本実施形態では、誤差検出器5の出力が0になるような制御を行う場合の指向特性について説明しているが、誤差検出器5の出力を0以外の任意の値にする場合の指向特性についても、同様の信号処理で実行できる。この場合も、音響放射面1aの中心と音響放射面2aの中心とを通る直線Lに対して、音響空間
10 が軸対称になることは言うまでもない。

また、本実施形態では、誤差検出器5を無指向性のマイクロフォンとして説明しているが、誤差検出器5の設置位置で拡声音を検出できるような検出器、例えば指向性マイクロフォンや振動計であっても、同様な効果が得られることは言う
15 までもない。

第5の実施形態

次に、本発明の第5の実施形態における拡声装置について、図面を参照しながら説明する。

図11は、本実施形態の拡声装置のうちの特に演算手段6及びその近傍の構成、並びに制御信号の流れを模式的に示す図である。その他の構成部分は、これまでの各実施形態で説明した拡声装置と同様とすることが可能であり、ここではそれらの説明は省略する。

図11に示すように、本実施形態の拡声装置では、演算手段6は、適応フィルタ8、フィルタードXフィルタ（FXフィルタ）9、及び係数更新器10を含む。
25 FXフィルタ9は、制御音源2から誤差検出器5までの伝達関数に等しい特性に

設定されたフィルタである。

誤差検出器 5 の出力が指向特性選択手段 7 に入力されると、指向特性選択手段 7 は、誤差検出器 5 からの信号と音響信号源 3 からの音響信号とに基づいて振幅及び位相特性が調整された出力信号（誤差信号）を、係数更新器 10 に出力する。

5 一方、音響信号源 3 の出力は、適応フィルタ 8 と F X フィルタ 9 とに入力され、F X フィルタ 9 の出力は、基準信号として係数更新器 10 に入力される。係数更新器 10 は、L M S (Least Mean Square) アルゴリズムなどを用いて、誤差信号が常に小さくなるように係数の更新演算を行い、適応フィルタ 8 の係数を更新する。適応フィルタ 8 の出力信号は、制御音源 2 に与えられる。

10 拡声音源 1 から誤差検出器 5 までの伝達関数を G、制御音源 2 から誤差検出器 5 までの伝達関数を C とすると、F X フィルタ 9 の特性は C に設定される。指向特性選択手段 7 の出力信号を誤差検出器 5 の出力信号と等しくなるように設定し、係数更新器 10 を動作して適応フィルタ 8 を収束させると、指向特性選択手段 7 の出力信号は 0 に近づき、適応フィルタ 8 は、 $-G/C$ という特性に収束する。

15 従って、音響信号 s に対して、誤差検出器 5 での拡声音源 1 からの放射音（拡声音）は、

$$s \cdot G$$

となる。一方、制御音源 2 からの制御音は、誤差検出器 5 で、

$$s \cdot (-G/C) \cdot C = -s \cdot G$$

20 となる。拡声音と制御音とは、誤差検出器 5 の位置で相互干渉し、

$$s \cdot G + (-s \cdot G) = 0$$

となる。従って、誤差検出器 5 の位置において拡声音が制御音によって打ち消されて、拡声音は、誤差検出器 5 の位置で音響放射が最も少ない指向特性となる。

また、指向特性選択手段 7 の出力信号を $s \cdot C$ になるように設定し、係数更新器 10 を動作させて適応フィルタ 8 を収束させると、適応フィルタ 8 は、 -1 という特性に収束する。従って、音響信号 s に対して制御音源 2 から放射される制

25

御音は、

$$-1 \cdot s = -s$$

となり、拡声音と制御音とは、互いに同振幅かつ逆位相の関係になる。この場合には、相互干渉によってダイポール指向特性が得られる。

- 5 更に、指向特性選択手段 7 の出力信号を $-s \cdot C$ になるように設定し、係数更新器 10 を動作させて適応フィルタ 8 を収束させると、適応フィルタ 8 は、1 という特性に収束する。従って、音響信号 s に対して制御音源 2 から放射される制御音は、

$$1 \cdot s = s$$

- 10 となり、拡声音と制御音とは、互いに同振幅且つ同位相の関係になる。この場合には、相互干渉によって無指向特性が得られる。

- なお、本実施形態では、指向特性選択手段 7 の出力として、誤差検出器 5 の出力と実質的に同振幅且つ同位相特性の信号を出力する場合、音響信号源 3 の出力と実質的に同振幅且つ同位相特性の信号に対して制御音源 2 から誤差検出器 5 までの伝達関数を畳み込み演算した特性の信号を出力する場合、及び、音響信号源 3 の出力と実質的に同振幅且つ逆位相特性の信号に対して制御音源 2 から誤差検出器 5 までの伝達関数を畳み込み演算した特性の信号を出力する場合、の 3 通りのケースを示している。しかし、指向特性選択手段 7 は、上記以外のケースとして、出力信号の振幅及び／或いは位相を任意の値にするように指向特性を切替えることが可能である。
- 20

 一方、適応フィルタ 8 より出力される制御音源 2 への制御信号は指向特性選択手段 7 の出力によって変化するので、本拡声装置においては、前述した指向性以外の任意の指向特性を形成できる。

25 第 6 の実施形態

 次に、本発明の第 6 の実施形態における拡声装置について、図面を参照しながら

ら説明する。

本実施形態の拡声装置では、図 1 2 に示すように、拡声音源 1 或いは制御音源 2 の一方、或いは双方に用いるスピーカシステムを、ホーンスピーカシステムとする。その他の構成部分は、これまでの各実施形態で説明した拡声装置と同様と
5 することが可能であり、ここではそれらの説明は省略する。

図 1 2 において、ホーンスピーカシステムは、ホーンドライバ 1 1 及び音響管 1 2 から構成される。この音響管 1 2 は、音波の進行方向（図中の矢印方向）に垂直な面内において、断面積が連続的に変化している。従って、音響管 1 2 の軸方向に沿った音響インピーダンスの周波数変化は小さくなり、音響管 1 2 からの
10 音響放射に周波数特性の乱れが発生しなくなる。このため、良好な指向特性及び音響特性が得られる。

第 7 の実施形態

次に、本発明の第 7 の実施形態における拡声装置について、図面を参照しながら説明する。
15

本実施形態の拡声装置では、図 1 3 に示すように、拡声音源 1 或いは制御音源 2 の一方、或いは双方に用いるホーンスピーカシステムが折り返しホーンを有している。その他の構成部分は、これまでの各実施形態で説明した拡声装置と同様とすることが可能であり、ここではそれらの説明は省略する。

このホーンスピーカシステムは、ホーンドライバー 1 1 と折り返しホーン 1 3 とを含む。d は、折り返しホーン 1 3 の中心軸であり、e は、折り返しホーン 1 3 のホーン長である。ホーンドライバー 1 1 から放射された音は、折り返しホーン 1 3 の内部を、ホーン中心軸 d に沿って矢印の方向に導かれ、指向特性が制御されて外部へ放射される。
20

このような構成により、折り返しホーン 1 3 の音波の進行方向に垂直な断面積を、ホーン長 e を大きくすることなく、滑らかに変化させることができる。従っ
25

て、折り返しホーン 1 3 の音響インピーダンスの周波数変化が小さくなり、折り返しホーン 1 3 からの音響放射は、音圧周波数特性の乱れの少ないものとなる。このため、小規模な形状でありながら、良好な指向特性及び音響特性が得られる。また、ホーンを折り返すことによって、ホーンドライバー 1 1 への風雨の浸入を防ぐことができる。

なお、図 1 3 にはホーンの折り返し回数を 2 回とした場合を示しているが、ホーンの折り返し回数が他の回数であっても同様な効果が得られることは、言うまでもない。

例えば、図 1 4 に示すホーンスピーカシステムは、3 回の折り返しを行った折り返しホーン 1 4 とホーンドライバー 1 1 とを含む。折り返しホーン 1 4 の開口端には音響放射面 1 4 a があり、その向きは、ホーンドライバー 1 1 の出力方向とは逆である。ホーンドライバー 1 1 から放射した音は、折り返しホーン 1 4 の内部をホーン中心軸 d にそって矢印の方向に導かれ、指向特性が制御されて外部へ放射される。

このような構成により、折り返しホーン 1 4 の音波の進行方向に垂直な断面積を、ホーン長 e を大きくすることなく、滑らかに変化させることができる。この折り返しホーン 1 4 も音響インピーダンスの周波数変化が小さく、音響放射の音圧周波数特性の乱れはより少なくなる。これより、小規模な形状でありながら、良好な指向特性及び音響特性が得られる。

さらに、折り返し回数が奇数回であるため、図 1 5 に示すように、拡声音源 1 及び制御音源 2 にこの構造の折り返しホーンを用いた際に、折り返しホーンの開口端である音響放射面 1 a 及び 2 a の間の距離 f を短くすることができる。このため、狭指向角のダイポール指向特性が得られる。また、ホーンを折り返すことによって、ホーンドライバー 1 1 への風雨の浸入を防ぐことができる。

なお、図 1 4 及び図 1 5 にはホーンの折り返し回数を 3 回とした場合を示しているが、ホーンの折り返し回数が他の奇数回数であっても同様な効果が得られる

ことは、言うまでもない。

なお、図 1 3 には、ホーンの折り返し回数を 2 回とした場合を示しているが、ホーンの折り返し回数が他の回数であっても同様な効果が得られることは、言うまでもない。

5

以上のように、本発明の第 1 ～第 7 の実施形態の拡声装置によれば、拡声音源の近傍に制御音源を設けることにより、任意の指向特性を実現することができる。また、拡声音源及び制御音源をホーンドライバと音響管とを含むホーンスピーカとすれば、外部放射される音に関して一層良好な指向特性及び音響特性が実現される。また、音響管を折り返しホーンとすれば、小型の拡声装置が実現される。

10

第 8 の実施形態

本発明の第 8 の実施形態における拡声装置としての指向性スピーカ装置 2 1 0 について、図面を参照しながら説明する。

15

図 1 6 は、本実施形態の指向性スピーカ装置 2 1 0 の構成を模式的に示す図である。この指向性スピーカ装置 2 1 0 は、反射板 2 0 1 と音源 2 0 2 A とを含む。音源 2 0 2 A は、曲線 a で示す指向特性を有するスピーカである。この音源 2 0 2 A は後方の指向性が特に弱く、その方向に受聴位置 c がある。音源 2 0 2 A は反射板 2 0 1 の内部に設置され、音源 2 0 2 A から放射された音（拡声音）は、その大部分が反射板 2 0 1 で反射して、直線 b で示す経路を通して受聴位置 c に到達する。

20

音源 2 0 2 A の反射板 2 0 1 に覆われていない部分に対しては、音響放射が少なく、反射板 2 0 1 で反射せずに周囲に直接四散する拡声音が少ない。このため、受聴位置 c に到来する拡声音の位相が揃い、且つ音圧が加算されるので、鋭い指向特性が得られる。

25

図 1 7 A 及び 1 7 B は、指向性スピーカ装置による放射拡声音の音圧分布を、

境界要素法によるシミュレーションによって求めた結果である。図17Aは、従来の指向性スピーカ装置の音圧分布であり、図17Bは、本実施形態の指向性スピーカ装置210の音圧分布である。図17A及び図17Bでは、図17Cに示す表示区分に従って、受聴位置cにおける音圧レベルを0dBとして各位置での音圧レベルを示している。これより、図17Aに示す従来の指向性スピーカ装置の音の広がりよりも、図17Bに示す本実施形態の指向性スピーカ装置210の音の広がりの方が狭くなり、指向特性の制御が十分なされていることが分かる。

第9の実施形態

次に、本発明の第9の実施形態における拡声装置としての指向性スピーカ装置220について、図面を参照しながら説明する。

図18は、本実施形態の指向性スピーカ装置220の構成を模式的に示す図である。なお、第8の実施形態の指向性スピーカ装置210と同一の構成要素には同一の参照番号を付けており、それらの説明はここでは省略する。

指向性スピーカ装置220は、反射板201、音源202B、音響信号源205、及び信号処理手段206を含む。図18に示すように、反射板201の内部に音源202Bが取り付けられる。この音源202Bは、拡声音源203と制御音源204とを含む。拡声音源203は、音響信号源205からの音響信号を拡声音に変換して放射するスピーカであり、反射板201の中心に向けて取り付けられる。信号処理手段206は、音源202Bの出力特性が単一指向性となるように、音響信号源205からの音響信号に対して振幅及び位相の制御を行い、その制御された信号を制御音信号として制御音源204に出力する。制御音源204は、信号処理手段206からの制御音信号を制御音に変換して放射するスピーカであり、拡声音源203と同軸で逆向きに取り付けられる。

このような構成により、拡声音源203から放射された拡声音と制御音源204から放射された制御音とは相互干渉を起こすので、制御音源の位相及び／或い

は振幅を制御することで、音源 202B の後方空間（制御音源 204 の前方）に直接に形成される音響空間の音圧を、一層低くすることができる。このため、曲線 a で示すような強い指向特性が得られる。

5 このように指向性の強い音源 202B に対して、第 8 の実施形態と同様に反射板 201 が作用するため、音源 202B から放射された拡声音は反射板 201 で反射し、受聴点により多く集中することになる。また、反射板 201 で反射しない直接音が到来しなくなるので、受聴点における音波の位相不揃いもより少なくなり、受聴点の音圧が向上する。

10 第 10 の実施形態

次に、本発明の第 10 の実施形態における拡声装置としての指向性スピーカ装置 230 について、図面を参照しながら説明する。

15 図 19 は、本実施形態の指向性スピーカ装置 230 の構成を模式的に示す図である。なお、第 9 の実施形態の指向性スピーカ装置 220 と同一の構成要素には同一の参照番号を付けており、それらの詳細な説明は省略する。

この指向性スピーカ装置 230 は、反射板 201、音源 202C、音響信号源 205、及び信号処理手段 206 を含む。また、音源 202C は、図 18 の場合と同様に、同軸で反対向きに取り付けられた拡声音源 203 と制御音源 204 とを含む。

20 信号処理手段 206 は、誤差検出器 207、適応フィルタ 208、フィルタード X フィルタ（FX フィルタ）209、及び係数更新器 210 を含む。誤差検出器 207 は、制御音源 204 の近傍に設置されたマイクロホンである。FX フィルタ 209 は、制御音源 204 から誤差検出器 207 までの伝達関数 C に等しい特性を有するように設定されたフィルタである。適応フィルタ 208 は、音響信号源 205 の音響信号を入力し、伝達関数 F で畳み込み演算を行い、その演算結果を制御音信号として制御音源 204 に与えるフィルタである。

25

係数更新器 210 は、FX フィルタ 209 の出力を基準信号とし、誤差検出器 207 の出力を誤差信号として、LMS (Least Mean Square) アルゴリズムなどを用いて誤差信号が最小となるように係数の更新演算を行い、適応フィルタ 208 の係数を更新する。

- 5 拡声音源 203 から誤差検出器 207 までの伝達関数を G 、制御音源 204 から誤差検出器 207 までの伝達関数を C とする。係数更新器 210 を動作させて適応フィルタ 208 を収束させると、誤差検出器 207 の出力信号は 0 に近づく。この場合の適応フィルタ 208 の伝達関数 F は、 $-G/C$ という特性に収束する。

音響信号 s に対して、誤差検出器 207 での拡声音源 203 からの放射音は、

10 $s \cdot G$

となる。一方、制御音源 204 からの制御音は、誤差検出器 207 で、

$$s \cdot (-G/C) \cdot C = -s \cdot G$$

となる。このため、拡声音と制御音とは、誤差検出器 207 の位置で相互干渉し、

$$s \cdot G + (-s \cdot G) = 0$$

- 15 となる。

こうして、誤差検出器 207 の位置において拡声音が制御音によって打ち消されるので、誤差検出器 207 の位置に対して音響放射が最も少なくなるという指向特性が実現される。その結果、反射板 201 で反射しない直接音が到来しなくなるので、受聴点に音圧の高い拡声音が集中し、指向特性がより鋭くなる。

20

第 11 の実施形態

次に、本発明の第 11 の実施形態における拡声装置としての指向性スピーカ装置 240 について、図面を参照しながら説明する。

- 25 図 20 は、本実施形態の指向性スピーカ装置 240 の構成を模式的に示す図である。なお、第 10 の実施形態における指向性スピーカ装置 230 と同一の構成要素には同一の参照番号を付しており、それらの詳細な説明は省略する。

この指向性スピーカ装置 240 は、反射板 201、音源 202D、音響信号源 205、及び信号処理手段 206 を含む。また、音源 202D は、図 19 の場合と同様に、同軸で反対向きに取り付けられた拡声音源 203 と制御音源 204 とを含む。信号処理手段 206 は、第 10 の実施形態と同様に、誤差検出器 207、
5 適応フィルタ 208、FX フィルタ 209、及び係数更新器 210 を含む。

指向性スピーカ装置 240 では、音響信号源 205 と拡声音源 203 との間に、信号補正手段 211 が設けられている。信号処理手段 206 で信号処理に要する時間を τ_1 、制御音源 204 から放射された制御音が誤差検出器 207 に到達するために要する時間 τ_2 とすると、信号補正手段 211 は、時間 $\tau_1 + \tau_2$ とほぼ等しい遅延時間を音響信号 s に対して設定し、且つ音響信号 s の振幅及び位相
10 を任意に制御する。信号補正手段 211 は、このような処理の結果として得られる信号を、拡声音源 203 に出力する。

この構成により、拡声音源 203 に入力する信号の遅延時間を、信号補正手段 211 で調整できる。そのため、拡声音源 203 から誤差検出器 207 までの距離が制御音源 204 から誤差検出器 207 までの距離より近い場合や、FX フィルタ 209、係数更新器 210、及び適応フィルタ 208 による信号処理に時間を要する場合でも、所望の指向特性が実現できる。例えば、信号処理手段 206 の処理時間が拡声音の伝播時間に比べて長いと、前述した伝達関数間の因果律を満たさなくなるが、本実施形態の指向性スピーカ装置 240 では、このような問題が回避される。また、信号補正手段 211 は拡声音源 203 から放射する拡声音の振幅や位相などの音響特性を任意に補正できるので、受聴者は、所望の音質で音を享受できる。
15
20

第 12 の実施形態

次に、本発明の第 12 の実施形態における拡声装置としての指向性スピーカ装置について、図面を参照しながら説明する。
25

図 2 1 は、本実施形態の指向性スピーカ装置の構成のうちで音源 2 0 2 E のみを図示している。この音源 2 0 2 E では、拡声音源 2 0 3 と制御音源 2 0 4 の取り付け位置が同軸上に設定されている。具体的には、制御音源 2 0 4 は、その音響放射面 2 0 4 a が拡声音源 2 0 3 の音響放射面 2 0 3 a と対称になるように、
5 同一軸上に取付けられる。そして、制御音源 2 0 4 の前方に、誤差検出器 2 0 7 を取り付ける。その他の構成要素は、これまでの各実施形態の場合と同様にすればよい。

この構成により、拡声音源 2 0 3 からの拡声音と制御音源 2 0 4 からの制御音の相互干渉によって得られる指向特性を軸対称にすることができ、その音圧指向
10 特性も単一指向性に設定できるので、音源 2 0 2 E を設置する際の位置決めが容易になる。

第 1 3 の実施形態

次に、本発明の第 1 3 の実施形態における拡声装置としての指向性スピーカ装置 2 6 0 について、図面を参照しながら説明する。
15

図 2 2 は、本実施形態の指向性スピーカ装置 2 6 0 の構成のうちで音源 2 0 2 F のみを図示している。この音源 2 0 2 F では、拡声音源 2 0 3 と制御音源 2 0 4 と誤差検出器 2 0 7 との取り付け位置が、同軸上に設定されている。更に、誤差検出器 2 0 7 は、制御音源 2 0 3 の近傍で且つ音響放射面 2 0 3 a の中心と音響放射面 2 0 4 a の中心とを通る直線 L の上に設置されている。その他の構成要素は、これまでの各実施形態の場合と同様にすればよい。
20

この構成により、誤差検出器 2 0 7 において拡声音源 2 0 3 からの拡声音に制御音源 2 0 4 からの制御音を干渉させて相互に打ち消し合う際に得られる指向特性 a は、直線 L に対して軸対称になる。このため、音源 2 0 2 F を設置する際の
25 位置決めが容易になる。

以上のように、本発明の第 8 ～ 第 13 の実施形態における指向性スピーカ装置によれば、音源後方から放射する拡声音を低減して、反射板による鋭い指向特性を実現することができる。

以下に説明する本発明の第 14 ～ 第 23 の実施形態では、本発明の具体的なアプリケーションの一つとして、本発明に従って構成される任意の指向性を有する拡声装置を車載用の拡声装置として使用することによって得られる、車載用拡声装置の幾つかの実施形態を説明する。

第 14 の実施形態

図 23 及び図 24 は、本発明の第 14 の実施形態における拡声装置 310 を示す図であり、具体的には、図 23 は本発明の拡声装置を車載用音響再生装置としてトラックタイプの自動車に搭載した場合の装置 310 の構成を模式的に示す図であり、図 24 は、その場合における電気信号の流れを模式的に示した図である。図 23 及び図 24 において、301 は車体、302 はダイポール音源、303 は信号処理手段、304 は運転者、a 及び a' はダイポール音源 302 の音響放射の主軸、b 及び b' はダイポール音源 302 の指向特性、並びに s は音響信号である。

ダイポール音源 302 は、運転者 304 の近傍に配設され、音響信号 s は、信号処理手段 303 によって増幅された後にダイポール音源 302 に入力し、再生音として音響放射される。音響放射の主軸 a 及び a' は、車体 301 とは異なる方向に向いた指向特性 b 及び b' を形成している。一方、ダイポール音源 302 と運転者 304 とを結ぶ線上の近傍では、放射音が互いに干渉して打ち消し合っ

て小さくなり、運転者 304 の近傍では、ダイポール音源 302 からの直接音はほとんど到達しない。従って、音響放射の主軸方向 a 及び a' では十分な音量を確保する一方で、運転者 304 の近傍では音量が低減されるという、良好な音環境が得られる。

図 23 では、ダイポール音源 302 の取り付け場所を運転者 304 の近傍としているが、助手席など他の搭乗者の近傍とした場合には、それぞれの搭乗者の近傍で同様な効果が得られる。

また、図 23 では、トラックタイプの自動車に本発明を適用しているが、それ
5 以外にセダントype、ワンボックスタイプ、ワゴンタイプなど他のタイプの自動車、更には船舶など他の乗り物で実施しても、同様な効果が得られる。

第 15 の実施形態

次に、本発明の第 15 の実施形態における拡声装置 320 について、図 25 及
10 び図 26 を参照しながら説明する。

図 25 は、本発明の拡声装置を車載用音響再生装置としてトラックタイプの自動車に搭載した場合の装置 320 の構成を模式的に示す図であり、図 26 は、その場合における電気信号の流れを模式的に示した図である。なお、第 15 の実施形態の構成と同じ構成要素には同じ参照番号を付しており、それらの説明はこ
15 ころでは省略する。これは、この後に各実施形態においても同様とする。

また、図 25 及び図 26 において、305 は無指向性音源、c は無指向性音源 305 の指向特性であり、d は本実施形態によって得られる単一指向特性である。

ダイポール音源 302 は運転者 304 の近傍に取り付けられ、無指向性音源 305 は、ダイポール音源 302 の中心部分に取り付けられる。音響信号 s は、信号処理手段 303 によって増幅及び位相が調整された後に、ダイポール音源 30
20 2 及び無指向性音源 305 に入力されて再生音として音響放射する。

ダイポール音源 302 の音響放射の主軸 a' は運転者 304 に向いており、指向特性 b' を形成している。一方、無指向性音源 305 には、指向特性 b' を形成している音響放射と実質的に逆位相となるように音響信号 s を信号処理手段 3
25 03 によって位相処理し且つ増幅した信号を入力し、再生音として、ダイポール音源 302 と同時に音響放射する。

このように構成したダイポール音源 3 0 2 及び無指向性音源 3 0 5 によって放射された放射音は、運転者 3 0 4 の近傍では互いに干渉によって打ち消し合って放射音が低減され、指向特性 d は、音響放射の主軸 a 方向のみの単一指向特性となる。従って、音響放射の主軸方向 a では十分な音量を確保する一方で運転者 3 0 4 の近傍では音量が低減されるという、良好な音環境が得られる。

なお、本実施形態でも、ダイポール音源 3 0 2 の取り付け場所を助手席など他の搭乗者の近傍とした場合には、それぞれの搭乗者の近傍で同様な効果が得られる。また、トラックタイプの自動車の他にセダンタイプ、ワンボックスタイプ、ワゴンタイプなど他のタイプの自動車、更には船舶など他の乗り物で実施しても、同様な効果が得られる。

第 1 6 の実施形態

図 2 7 は、本発明の第 1 6 の実施形態における拡声装置 3 3 0 の電気信号の流れを示す図であり、図 2 8 A ~ 2 8 D は、本実施形態の拡声装置 3 3 0 によって得られる音響放射の様々な指向特性 e 1 ~ e 4 をそれぞれ示す図である。

図 2 7 において、3 0 6 及び 3 0 7 は、音響放射面が互いに反対方向になるように配置したスピーカである。また、図 2 8 A の e 1 は、スピーカ 3 0 6 とスピーカ 3 0 7 との位相差を 1 8 0 度とした場合に得られる音響放射の指向特性であり、図 2 8 B の e 2 は、上記位相差を 1 5 0 度とした場合に得られる音響放射の指向特性である。同様に、図 2 8 C の e 3 及び図 2 8 D の e 4 は、それぞれ上記の位相差を 1 2 0 度及び 9 0 度とした場合に得られる音響放射の指向特性である。

本実施形態においては、信号処理手段 3 0 3 によって、少なくとも 1 つのスピーカに入力する音響信号の位相を変化させることができるため、スピーカ 3 0 6 及び 3 0 7 から放射される放射音の位相差を変えることができる。これにより、スピーカ 3 0 6 及び 3 0 7 から放射された再生音が干渉して互いに打ち消し合う位置を、指向特性 e 1 ~ e 4 のように変化させることができる。従って、スピー

カ取り付け位置が運転者 304 の近傍でない場合でも、近傍に取り付けた場合と同様な効果が得られる。

第 17 の実施形態

5 図 29 は、本発明の第 17 の実施形態における拡声装置 340 の構成を模式的に示す図である。

図 29 において、308 及び 309 は、それぞれスピーカ 306 及び 307 に設けられた音響管である。音響管 308 及び 309 は、音波の進行方向に垂直な断面積が連続的に変化している。従って、音響管 308 及び 309 は音響インピーダンスの周波数変化が小さく、音響管 308 及び 309 からの放射音は音圧周波数特性の乱れが少ないので、良好な指向特性及び音響特性を得ることができる。

10 なお、本実施形態では、スピーカ 306 及び 307 に音響管を設ける構成としているが、スピーカ 306 及び 307 の各々の代わりにホーンドライバを用いても、同様の効果が得られることは言うまでもない。このことは、以下の各実施形態においても同様である。

第 18 の実施形態

次に、本発明の第 18 の実施形態における拡声装置 350 について、図 30 を参照しながら説明する。

20 図 30 において、310 は放射音検出器、311 は誤差検出器、312 は加算器、及び 313 は演算手段である。音響信号 s を直接入力するスピーカ 306 からの放射音は、放射音検出器 310 で検出され、その結果は加算器 312 に入力される。また、スピーカ 307 からの制御音は、誤差検出器 311 で検出されて、その結果も加算器 312 に入力される。加算器 312 では、上記 2 つの入力を加算した後に、その出力を演算手段 313 に入力する。音響信号 s と加算器 312 の出力とが入力される演算手段 313 は、LMS (Least Mean Square) アルゴリ

ズムなどによって加算器 312 の出力が常に小さくなるように演算を行って、得られる信号を制御信号としてスピーカ 307 に出力する。

放射音検出器 310 と誤差検出器 311 とは、それぞれスピーカ 306 及び 307 の近傍に設置されている。この構成により、スピーカ 306 から放射音検出器 310 までの伝達関数を G 、スピーカ 307 から誤差検出器 311 までの伝達関数を C とすると、演算手段 313 が動作して加算器 312 の出力が零に近づくと、演算手段 313 は $-G/C$ という特性を有するようになる。従って、音響信号 s に対して放射音検出器 310 でのスピーカ 306 による放射音は、

$$s \cdot G$$

となり、一方、スピーカ 307 による制御音は、誤差検出器 311 で、

$$s \cdot (-G/C) \cdot C = -s \cdot G$$

となる。放射音検出器 310 の出力と誤差検出器 311 の出力とは加算器 312 で加算されて、

$$s \cdot G + (-s \cdot G) = 0$$

となる。

従って、放射音検出器 310 と誤差検出器 311 の取り付け場所を、スピーカ 306 から放射音検出器 310 までの伝達関数とスピーカ 307 から誤差検出器 311 までの伝達関数が等しくなる位置にすることによって、スピーカ 306 の放射音とスピーカ 307 の放射音とは、同音圧で位相が 180 度異なる関係となり、使用するスピーカ特性のばらつきが補正された理想的なダイポール特性が得られる。また、上記の効果は、信号処理手段 303 が動作している間に適時行われるため、装置の経年変化などの非線形変化にも対応することができる。

第 19 の実施形態

図 31 は、本発明の第 19 の実施形態における拡声装置 360 の構成を模式的に示す図であり、具体的には、拡声装置 350 の演算手段 313 の構成をより詳

しく示している。

図 3 1 において、3 1 4 は適応フィルタ、3 1 5 はスピーカ 3 0 7 から誤差検出器 3 1 1 までの伝達関数に等しい特性に設定されたフィルタード X フィルタ (F X フィルタ)、及び 3 1 6 は係数更新器である。

- 5 加算器 3 1 2 の出力は、係数更新器 3 1 6 の誤差入力端子に入力され、音響信号 s を適応フィルタ 3 1 4 と F X フィルタ 3 1 5 とに入力して、F X フィルタ 3 1 5 の出力信号は、係数更新器 3 1 6 の基準入力端子に入力する。係数更新器 3 1 6 は、L M S (Least Mean Square) アルゴリズムなどにより誤差入力 が常に小さくなるように係数更新演算を行い、適応フィルタ 3 1 4 の係数を更新する。適
- 10 応フィルタ 3 1 4 の出力信号は、スピーカ 3 0 7 に入力する。

- スピーカ 3 0 6 から放射音検出器 3 1 0 までの伝達関数を G 、スピーカ 3 0 7 から誤差検出器 3 1 1 までの伝達関数を C とすると、F X フィルタ 3 1 5 の特性は C となる。係数更新器 3 1 6 を動作させて適応フィルタ 3 1 4 を収束させることにより、加算器 3 1 2 の出力信号は零に近づき、適応フィルタ 3 1 4 は $-G/C$ という特性に収束する。従って、音響信号 s に対して放射音検出器 3 1 0 での
- 15 スピーカ 3 0 6 からの放射音は、

$$s \cdot G$$

となり、一方、スピーカ 3 0 7 からの制御音は、誤差検出器 3 1 1 で、

$$-s \cdot (-G/C) \cdot C = -s \cdot G$$

- 20 となる。

- 従って、放射音検出器 3 1 0 と誤差検出器 3 1 1 との取り付け場所を、スピーカ 3 0 6 から放射音検出器 3 1 0 までの伝達関数とスピーカ 3 0 7 から誤差検出器 3 1 1 までの伝達関数とが等しくなる位置にすることによって、スピーカ 3 0 6 の放射音とスピーカ 3 0 7 の放射音とは、同音圧で位相が 1 8 0 度異なる関係
- 25 となり、使用するスピーカ特性のばらつきを補正した理想的なダイポール特性が得られる。

第20の実施形態

次に、本発明の第20の実施形態における拡声装置370について、図32を参照しながら説明する。

図32において、317は第1の誤差検出器、318は第2の誤差検出器、319は第1の加算器、320は第2の加算器、321は第1の演算手段、322は第2の演算手段、及び323は信号補正手段である。

音響信号sが直接に入力されるスピーカ306からの放射音は、放射音検出器310で検出され、その結果は第1の加算器319に入力される。また、スピーカ307からの制御音は第1の誤差検出器317で検出されて、その結果は第1の加算器319及び第2の加算器320に入力される。また、無指向性音源305による制御音は、第2の誤差検出器318で検出され、その結果は信号補正手段323に入力される。更に、信号補正手段323の出力は、第2の加算器320に入力する。第1の加算器319及び第2の加算器320では、入力する各信号を加算し、得られる値をそれぞれ第1の演算手段321及び第2の演算手段322に出力する。

第1の演算手段321には、音響信号sと第1の加算器319の出力とが入力され、一方、第2の演算手段322には、音響信号sと第2の加算器320の出力とが入力され、LMS(Least Mean Square)アルゴリズムなどにより、第1の演算手段321は第1の加算器319の出力が常に小さくなるように、一方、第2の演算手段322は第2の加算器320の出力が常に小さくなるように、それぞれ演算を行って、得られた信号を制御信号としてスピーカ307及び無指向性音源305にそれぞれ出力する。放射音検出器310と第1の誤差検出器317とは、それぞれスピーカ306及び307の近傍に設置されており、一方、第2の誤差検出器318は、無指向性音源305の近傍に設置されている。

この構成により、スピーカ306から放射音検出器310までの伝達関数をG、スピーカ307から第1の誤差検出器317までの伝達関数をCとすると、第1

の演算手段 3 2 1 が動作して第 1 の加算器 3 1 9 の出力が零に近づくと、第 1 の演算手段 3 2 1 の特性は $-G/C$ という特性に収束する。従って、音響信号 s に対して、放射音検出器 3 1 0 でのスピーカ 3 0 6 による放射音は、

$$s \cdot G$$

5 となり、一方、スピーカ 3 0 7 による制御音は、第 1 の誤差検出器 3 1 7 で、

$$s \cdot (-G/C) \cdot C = -s \cdot G$$

となる。従って、放射音検出器 3 1 0 の出力と第 1 の誤差検出器 3 1 7 の出力とは、第 1 の加算器 3 1 9 で加算され、

$$s \cdot G + (-s \cdot G) = 0$$

10 となる。

このように、放射音検出器 3 1 0 と第 1 の誤差検出器 3 1 7 との取り付け場所を、スピーカ 3 0 6 から放射音検出器 3 1 0 までの伝達関数とスピーカ 3 0 7 から第 1 の誤差検出器 3 1 7 までの伝達関数とが等しくなる位置にすることによって、スピーカ 3 0 6 の放射音とスピーカ 3 0 7 の放射音とは同音圧で位相が 1 8 0 度異なる関係となり、使用するスピーカ特性のばらつきを補正した理想的なダイポール特性が得られる。

また、無指向性音源 3 0 5 から第 2 の誤差検出器 3 1 8 までの伝達関数を D 、信号補正手段 3 2 3 の伝達関数特性を H とすると、第 2 の演算手段 3 2 2 が動作して第 2 の加算器 3 2 0 の出力が零に近づくと、第 1 の演算手段 3 2 2 の特性は、
20 $G/(D \cdot H)$ という特性に収束する。一方、音響信号 s に対して、第 1 の誤差検出器 3 1 7 でのスピーカ 3 0 7 による制御音は、

$$-s \cdot G$$

となり、また、無指向性音源 3 0 5 による制御音は、第 2 の誤差検出器 3 1 8 で、

$$s \cdot (G/(D \cdot H)) \cdot D = s \cdot G/H$$

25 となり、信号補正手段 3 2 3 の出力信号は、

$$s \cdot G/H \cdot H = s \cdot G$$

となる。また、第1の誤差検出器317の出力と信号補正手段323の出力とは、第2の加算器320で加算され、

$$-s \cdot G + s \cdot G = 0$$

となる。

- 5 従って、信号補正手段323の伝達関数特性Hを変化させることによって、容易に無指向性音源305の音響放射条件を補正することが可能になる。例えば、スピーカ307から第1の誤差検出器317までの伝達関数と無指向性音源305から第2の誤差検出器318までの伝達関数とを等しくし、スピーカ307の放射音に対して無指向性音源305の放射音の位相を180度変化させ且つ振幅
10 を実質的に同一とした場合、単一指向特性が得られる。この場合、単一指向特性の音響放射の主軸を運転者304などの搭乗者の位置とは反対側に向ければ、搭乗者には音源からの直接音はほとんど伝達せず、良好な音環境が得られる。

第21の実施形態

- 15 図33は、本発明の第21の実施形態における拡声装置380の構成を説明する図であり、より具体的には、第20の実施形態における拡声装置370の第1の演算手段321及び第2の演算手段322の構成をより具体的に示している。

- 図33において、324は第1の適応フィルタ、325はスピーカ307から第1の誤差検出器317までの伝達関数に等しい特性に設定した第1のFXフィルタ、326は第1の係数更新器、327は第2の適応フィルタ、328は無指向性音源305から第2の誤差検出器318までの伝達関数に等しい特性に設定した第2のFXフィルタ、及び、329は第2の係数更新器である。
20

- 第1の加算器319の出力を第1の係数更新器326の誤差入力端子に入力し、音響信号sを第1の適応フィルタ324と第1のFXフィルタ325とに入力し
25 て、第1のFXフィルタ325の出力信号は第1の係数更新器326の基準入力端子に入力する。第1の係数更新器326は、LMS(Least Mean Square)アル

ゴリズムなどにより、誤差入力が常に小さくなるように係数更新演算を行い、第 1 の適応フィルタ 3 2 4 の係数を更新する。第 1 の適応フィルタ 3 2 4 の出力信号はスピーカ 3 0 7 に出力する。スピーカ 3 0 6 から放射音検出器 3 1 0 までの伝達関数を G 、スピーカ 3 0 7 から第 1 の誤差検出器 3 1 7 までの伝達関数を C とすると、第 1 の FX フィルタ 3 2 5 の特性は、 C となる。

ここで、第 1 の係数更新器 3 2 6 を動作させて第 1 の適応フィルタ 3 2 4 を収束させることにより、第 1 の加算器 3 1 9 の出力信号は零に近づき、第 1 の適応フィルタ 3 2 4 の特性は、 $-G/C$ という特性に収束する。従って、音響信号 s に対して、放射音検出器 3 1 0 でのスピーカ 3 0 6 からの放射音は、

$$s \cdot G$$

となり、一方、スピーカ 3 0 7 からの制御音は、第 1 の誤差検出器 3 1 7 で、

$$-s \cdot (-G/C) \cdot C = -s \cdot G$$

となる。

従って、放射音検出器 3 1 0 と第 1 の誤差検出器 3 1 7 との取り付け場所を、スピーカ 3 0 6 から放射音検出器 3 1 0 までの伝達関数とスピーカ 3 0 7 から第 1 の誤差検出器 3 1 7 までの伝達関数とが等しくなる位置にすることによって、スピーカ 3 0 6 の放射音とスピーカ 3 0 7 の放射音とは、同音圧で位相が 1 8 0 度異なる関係となり、使用するスピーカ特性のばらつきを補正した理想的なダイポール特性が得られる。

一方、第 2 の加算器 3 2 0 の出力を第 2 の係数更新器 3 2 9 の誤差入力端子に入力し、音響信号 s を第 2 の適応フィルタ 3 2 7 と第 2 の FX フィルタ 3 2 8 に入力し、第 2 の FX フィルタ 3 2 8 の出力信号は第 2 の係数更新器 3 2 9 の基準入力端子に入力する。第 2 の係数更新器 3 2 9 は、 LMS (Least Mean Square) アルゴリズムなどにより、誤差入力が常に小さくなるように係数更新演算を行い、第 2 の適応フィルタ 3 2 7 の係数を更新する。第 2 の適応フィルタ 3 2 7 の出力信号は、無指向性音源 3 0 5 に出力する。

無指向性音源 3 0 5 から第 2 の誤差検出器 3 1 8 までの伝達関数を D 、信号補正手段 3 2 3 の伝達関数特性を H とすると、第 2 の FX フィルタ 3 2 8 の特性は、 $D \cdot H$ となる。第 2 の係数更新器 3 2 9 を動作させて第 2 の適応フィルタ 3 2 7 を収束させることにより、第 2 の加算器 3 2 0 の出力は零に近づき、第 2 の適応
5 フィルタ 3 2 7 の特性は、 $G / (D \cdot H)$ という特性に収束する。

音響信号 s に対して、第 1 の誤差検出器 3 1 7 でのスピーカ 3 0 7 による放射音は、

$$-s \cdot G$$

となり、一方、無指向性音源 3 0 5 による制御音は、第 2 の誤差検出器 3 1 8 で、

10
$$s \cdot (G / (D \cdot H)) \cdot D = s \cdot G / H$$

となり、信号補正手段 3 2 3 の出力信号は、

$$s \cdot G / H \cdot H = s \cdot G$$

となる。

従って、第 1 の誤差検出器 3 1 7 の出力と信号補正手段 3 2 3 の出力とは、第
15 2 の加算器 3 2 0 で加算され、

$$-s \cdot G + s \cdot G = 0$$

となる。

これより、例えばスピーカ 3 0 7 から第 1 の誤差検出器 3 1 7 までの伝達関数と無指向性音源 3 0 5 から第 2 の誤差検出器 3 1 8 までの伝達関数とを等しくし、
20 スピーカ 3 0 7 の放射音に対して無指向性音源 3 0 5 の放射音の位相を 180 度変化させ且つ振幅を実質的に同一とすれば、単一指向特性が得られる。この場合に、単一指向特性の音響放射の主軸を運転者 3 0 4 など搭乗者の位置とは反対側に向ければ、搭乗者には音源からの直接音はほとんど伝達せず、良好な音環境が得られる。また、上記の構成によって、経年変化による動作特性の変化に左右され
25 ない単一指向特性音源が得られる。

第 2 2 の実施形態

次に、本発明の第 2 2 の実施形態について、図 3 4 A 及び図 3 4 B を参照しながら説明する。

図 3 4 A は、音響管 3 0 8 及び 3 0 9 の垂直断面図であり、図 3 4 B は、その
5 水平断面図である。図 3 4 A 及び 3 4 B において、3 3 0 はスピーカ 3 0 6 の振
動板、3 3 1 はスピーカ 3 0 7 の振動板、3 3 2 は音響管 3 0 8 の音響放射面、
3 3 3 は音響管 3 0 9 の音響放射面、 f は音響管 3 0 8 の中心軸、 f' は音響管
3 0 9 の中心軸、 g は音響管 3 0 8 及び 3 0 9 の各々の全長である。

音響管 3 0 8 及び 3 0 9 は、それぞれ振動板 3 3 0 或いは 3 3 1 から音響放射
10 面 3 3 2 或いは 3 3 3 に至る湾曲形状の音道で構成されている。音響管 3 0 8 及
び 3 0 9 は湾曲形状をしているため、音響管の全長 g を短くしても、その中心軸
 f 或いは f' の全長は充分長く得ることができる。従って、音響管 3 0 8 及び 3
0 9 の音波の進行方向に垂直な断面積変化を、振動板 3 3 0 或いは 3 3 1 からそ
れぞれ音響放射面 3 3 2 或いは 3 3 3 にかけて、滑らかに変化させることができ
15 る。これより、音響インピーダンスの周波数変化を小さく抑えて、良好な音圧周
波数特性が得られる。

また、音響管 3 0 8 及び 3 0 9 を上下及び側面に湾曲した構造にすることによ
って、音響放射面 3 3 2 及び 3 3 3 を互いに背中合わせにしながら、音響管 3 0
8 及び 3 0 9 の大部分が重なり合った構成にすることができ、装置の小型化が可
20 能になる。

第 2 3 の実施形態

図 3 5 A ~ 3 5 D を参照して、本発明の第 2 3 の実施形態を説明する。

具体的には、図 3 5 A ~ 3 5 D は、図 3 4 A 及び 3 4 B に示した音響放射面 3
25 3 2 及び 3 3 3 の間隔を、再生音の波長の $1/4$ 、 $1/2$ 、 $2/3$ 、或いは $8/9$
に変化させた際にそれぞれ得られる指向特性を、境界要素法によって求めたも

のである。図において、 h は、音響放射面332と音響放射面333との間の間隔（音響放射面間隔）である。

これより、図35A及び図35Bに比べて図35C及び図35Dでは広い指向特性になっており、音響放射面間隔 h を、ダイポール特性として実現したい周波数帯域の上限周波数の波長のほぼ $1/2$ より大きくすると、指向特性がブロードになる。従って、音響放射面間隔 h を、ダイポール特性として実現したい周波数帯域の上限周波数の波長のほぼ $1/2$ 以下とすることにより、狭指向特性なダイポール特性が得られる。

以上に説明した本発明の第14～23の各実施形態による車載用音響再生装置によれば、音源の音響放射の主軸方向では十分な再生音の音量を確保すると同時に、運転者などの搭乗者の位置では音源からの直接音の伝達量が低減され、良好な音環境を得ることができる。また、ダイポール音源を構成するスピーカ特性のばらつきや無指向性音源の特性のばらつきを改善して、優れた指向特性を得ることができる。

なお、上記で説明した本発明の車載用拡声装置の効果は、例えば、本発明の第1～第13の実施形態として説明した構成を有する拡声装置を適用する場合でも同様に得ることができることは、言うまでもない。

第24の実施形態

以下には、本発明の第24の実施形態として、図36～図39Cを参照しながら、拡声音源からの放射音（拡声音）と制御音源からの放射音（制御音）との位相差を制御周波数の波長を考慮して適切に制御することによって、拡声音の振幅制御を行う方法を説明する。

図36及び図38は、制御対象となっている周波数（制御周波数）における拡声音源401及び制御音源403の各々からの放射音の広がり、を、平面的に示し

た模式図である。また、図 3 7 A ~ 3 7 C 及び図 3 9 A ~ 3 9 C は、制御周波数における拡声音源 4 0 1 及び制御音源 4 0 3 の各々からの放射音の広がりを、拡声音源 4 0 1 及び制御音源 4 0 3 を含んで断面的に示した図である。なお、図中で点 a は、放射音の制御対象となる制御点を示しており、各図は、拡声音源 4 0 1 と制御音源 4 0 3 とを結ぶ直線上に制御点 a が設置されている場合を示している。更に、図 3 6 及び図 3 7 A ~ 3 7 C は、拡声音源 4 0 1 と制御音源 4 0 3 との間隔 d が、制御周波数における波長 λ の $1/4$ の場合（すなわち、 $d = \lambda/4$ ）を示し、図 3 8 及び図 3 9 A ~ 3 9 C は、拡声音源 4 0 1 と制御音源 4 0 3 との間隔 d が、制御周波数における波長 λ の $1/2$ の場合（すなわち、 $d = \lambda/2$ ）を示す。

また、図 3 6 及び図 3 8 で、b 1 は拡声音の波形の山部を示す線、c 1 は制御音の波形の谷部を示す線であり、e は、音響放射の主軸方向を示す。一方、図 3 7 A ~ 3 7 C 及び図 3 9 A ~ 3 9 C において、b 2 は拡声音の波形、c 2 は制御音の波形であり、f は、拡声音 b 2 と制御音 c 2 との干渉によって生成される波形である。

線 b 1 及び c 1 は、拡声音源 4 0 1 及び制御音源 4 0 3 がそれぞれ点音源とみなせる場合には、図示されるように、それぞれの音源を中心とした円として表現される。制御音は、制御点 a において拡声音と干渉してお互いを打ち消し合うように制御されて制御音源 4 0 3 から放射されるので、拡声音の波形が制御点 a の位置で山部になる場合には、制御音の波形は制御点 a で谷部になる。従って、図 3 6 及び図 3 8 に示されるように、拡声音の山部 b 1 と制御音の谷部 c 1 とは、制御点 a で接する。

図 3 7 A ~ 3 7 C 及び図 3 9 A ~ 3 9 C に模式的に示すように、制御点 a にてお互いに打ち消し合って消音される拡声音 b 2 及び制御音 c 2 の周波数は、お互いに一致している。従って、制御点 a で拡声音 b 2 の波形が山部であるときに（図 3 7 A 及び図 3 9 A を参照）、制御音 c 2 が制御点 a で谷部になるように制

御し（図 3 7 B 及び図 3 9 B を参照）、制御点 a で干渉によって拡声音 b 2 を消音すれば、実際には、図 3 7 C 及び図 3 9 C の波形 f で示されるように、制御点 a だけではなく制御点 a よりも遠くの地点においても、拡声音 b 2 は消音される。

また、拡声音源 4 0 1 及び制御音源 4 0 3 がそれぞれ点音源とみなせる場合には、それらの音源の間隔 d を制御波長 λ のほぼ $1/4$ ($d = \lambda/4$) にすることによって、音響放射の主軸方向 e に沿って、拡声音 b 2（図 3 7 A を参照）と制御音 c 2（図 3 7 B を参照）との干渉によって、図 3 7 C の波形 f で示されるように拡声音 b 2 を増幅させることができる。一方、拡声音源 4 0 1 及び制御音源 4 0 3 の間隔 d を制御波長 λ のほぼ $1/2$ ($d = \lambda/2$) にすることによって、
10 拡声音 b 2（図 3 9 A を参照）と制御音 c 2（図 3 9 B を参照）との干渉によって、実際には、図 3 9 C の波形 f で示されるように、制御点 a だけではなく音響放射の主軸方向 e に沿っても、拡声音 b 2 は消音される。

従って、以上のように拡声音源 4 0 1 及び制御音源 4 0 3 の間隔 d を制御波長 λ のほぼ $1/4$ ($d = \lambda/4$) にすることによって、拡声音 b 2 と制御音 c 2 との干渉により、制御点 a では拡声音 b 2 の消去を実現しながら、音響放射の主軸方向 e に沿っては拡声音 b 2 を増幅させることができる。

なお、以上の説明では、拡声音源 4 0 1 と制御音源 4 0 3 とを結ぶ直線の上に制御点 a が配置されている場合を説明しているが、制御点 a がそのような直線上に無い場合であっても、音源間隔 d を同様に制御することによって、拡声音 b 2 と制御音 c 2 との干渉により、制御点 a では拡声音 b 2 の消去を実現しながら、
20 音響放射の主軸方向 e に沿っては拡声音 b 2 を増幅させることができる。

また、拡声音源 4 0 1 及び制御音源 4 0 3 が点音源ではない場合であっても、各音源 4 0 1 及び 4 0 3 から制御点 a までの放射音の行路差を、制御周波数 λ のほぼ $1/4$ に設定することによって、上記と同様の効果を得ることができる。

25 なお、本発明の第 2 4 の実施形態として上記で説明した手法は、先に第 1 ～第 2 3 の実施形態として説明した中の適切な構成と組み合わせることが可能である。

以上で説明した本発明の拡声装置は、任意の指向性を有する拡声音の出力が望まれる様々なアプリケーションに対して、適用が可能である。以上の説明では、車載用拡声装置を具体的なアプリケーションの一例として説明しているが、もちろん、本発明の適用はそれに限られるものではない。

5

産業上の利用可能性

以上のように、本発明の拡声装置によれば、拡声音源の近傍に制御音源を設けることにより、任意の指向特性を実現することができる。また、拡声音源及び制御音源をホーンドライバと音響管とを含むホーンスピーカとすれば、外部放射される音に関して一層良好な指向特性及び音響特性が実現される。また、音響管を折り返しホーンとすれば、小型の拡声装置が実現される。

10

また、指向性スピーカとして説明された本発明の拡声装置によれば、音源後方から放射する拡声音を低減して、反射板による鋭い指向特性を実現することができる。

15

更に、本発明の拡声装置を車載用に適用して実現される本発明の車載用音響再生装置によれば、音源の音響放射の主軸方向では十分な再生音の音量を確保すると同時に、運転者などの搭乗者の位置では音源からの直接音の伝達量が低減され、良好な音環境を得ることができる。また、ダイポール音源を構成するスピーカ特性のばらつきや無指向性音源の特性のばらつきを改善して、優れた指向特性を得ることができる。

20

また、本発明によれば、拡声音源からの放射音（拡声音）と制御音源からの放射音（制御音）との位相差を制御周波数の波長を考慮して適切に制御することによって、拡声音の振幅制御を行うことができる。具体的には、拡声音源及び制御音源の間隔を制御波長のほぼ $1/4$ にすることによって、拡声音と制御音との干渉により、制御点では拡声音の消去を実現しながら、音響放射の主軸方向に沿っては拡声音を増幅させることができる。

25

請求の範囲

1. 音響信号を出力する音響信号源と、

該音響信号源から該音響信号が入力されて拡声音を放射する拡声音源と、

5 該拡声音源の近傍に設置されて制御音を放射する制御音源と、

該拡声音と該制御音との干渉により所望の指向性を有する音響空間を形成するように、該音響信号源の該音響信号の振幅及び位相の少なくとも一方を制御して制御音信号を生成し、該制御音源に与える信号処理手段と、
を備える、拡声装置。

10

2. 前記信号処理手段は、

前記制御音源の近傍に取り付けられ、前記拡声音と前記制御音との合成音を検出する誤差検出器と、

15 所定の指向特性となるように該誤差検出器の出力及び前記音響信号源の前記音響信号の一方を選択する指向特性選択手段と、

該指向特性選択手段によって選択された信号を用いて前記制御音信号を生成して、該制御音源に与える演算手段と、
を備えており、

該演算手段は、

20 該誤差検出器の方向への該拡声音が低減する指向性を確保するときには、該誤差検出器の出力信号が0となるように該音響信号源の該音響信号の振幅及び位相を制御した信号を第1の制御音信号として生成し、

ダイポール指向特性を確保するときには、該音響信号源の該音響信号の位相を反転した信号を第2の制御音信号として生成し、

25 無指向性を確保するときには、該音響信号源の該音響信号と同相の信号を第3の制御音信号として生成し、

該第 1 ～ 第 3 の制御音信号の何れかを該制御音信号として該制御音源に与える、請求項 1 に記載の拡声装置。

3. 前記制御音源は、その音響放射面が前記拡声音源の音響放射面と対称の位置になるように、該拡声音源と同一軸上に設置されている、請求項 1 に記載の拡声装置。

4. 前記誤差検出器は、前記拡声音源と前記制御音源との各々の音響放射面の中心を通る直線上に設置されている、請求項 2 に記載の拡声装置。

5. 前記演算手段は、

前記制御音源から前記誤差検出器に至る空間の伝達関数を C とするときに、前記音響信号源の出力する前記音響信号に対して該伝達関数 C を乗算するフィルタード X フィルタと、

該音響信号源の該音響信号に対して伝達関数 F で畳込み演算を行い、得られた演算結果を前記第 1 の制御音信号として該制御音源に与える適応フィルタと、

前記指向特性選択手段の出力が誤差信号として入力され、該フィルタード X フィルタの出力を基準信号として入力され、該誤差信号が小さくなるように該適応フィルタの係数を更新して、該伝達関数 F を最適化する係数更新器と、

を備える、請求項 2 に記載の拡声装置。

6. 前記拡声音源は、

前記音響信号源の前記音響信号を空気振動に変換するホーンドライバと、

該ホーンドライバから出力される該空気振動の波面を、音波の進行方向に向かって連続的に拡大させるホーン状の音響管と、

を備える、請求項 1 に記載の拡声装置。

7. 前記制御音源は、

前記信号処理手段の出力する前記制御音信号を空気振動に変換するホーンドライバと、

5 該ホーンドライバから出力される該空気振動の波面を、音波の進行方向に向かって連続的に拡大させるホーン状の音響管と、
を備える、請求項 1 に記載の拡声装置。

10 8. 前記音響管は、少なくとも 1 回の折り返しを有するホーンを含む、請求項 6
に記載の拡声装置。

9. 前記音響管の前記折り返し回数は奇数回である、請求項 8 に記載の拡声装置。

15 10. 前記音響管は、少なくとも 1 回の折り返しを有するホーンを含む、請求項
7 に記載の拡声装置。

11. 前記音響管の前記折り返し回数は奇数回である、請求項 10 に記載の拡声装置。

20 12. 凹面状の反射板と、

該反射板の中心方向に単一指向性を有するように該反射板の内部に取り付けられた音源と、
を備える、拡声装置。

25 13. 前記音源は、制御音を出力する制御音源と拡声音を出力する拡声音源とを含み、

更に、

音響信号を出力する音響信号源と、

該拡声音と該制御音との干渉により所望の指向性を有する音響空間を形成するように、該音響信号源の該音響信号の振幅及び位相の少なくとも一方を制御して

5 制御音信号を生成し、該制御音源に与える信号処理手段と、

を備える、請求項 1 2 に記載の拡声装置。

1 4. 前記信号処理手段は、

10 前記制御音源による前記制御音の放射空間に取り付けられ、前記拡声音と該制御音の合成音を検出する誤差検出器と、

該制御音源から該誤差検出器に至る音響空間の伝達関数を C とするときに、前記音響信号源の出力する前記音響信号に対して伝達関数 C を乗算するフィルタード X フィルタと、

15 該音響信号源の該音響信号に対して伝達関数 F で畳込み演算を行い、演算結果を前記制御音信号として該制御音源に与える適応フィルタと、

該誤差検出器の出力が誤差信号として入力され、該フィルタード X フィルタの出力が基準信号として入力され、該誤差信号が小さくなるように該適応フィルタの係数を更新して、該伝達関数 F を最適化する係数更新器と、
20 を備える、請求項 1 3 に記載の拡声装置。

1 5. 前記音響信号源の出力する前記音響信号に対して、遅延制御、振幅制御、及び位相制御の少なくとも 1 つの制御を行って、結果として得られる信号を前記拡声音源に与える信号補正手段を更に備える、請求項 1 3 に記載の拡声装置。

25 1 6. 前記信号処理手段は、

前記制御音源による前記制御音の放射空間に取り付けられ、前記拡声音と該制

御音の合成音を検出する誤差検出器と、

該制御音源から該誤差検出器に至る音響空間の伝達関数をCとするとときに、前記音響信号源の出力する前記音響信号に対して伝達関数Cを乗算するフィルタードXフィルタと、

- 5 該音響信号源の該音響信号に対して伝達関数Fで畳込み演算を行い、演算結果を前記制御音信号として前記制御音源に与える適応フィルタと、

該誤差検出器の出力が誤差信号として入力され、該FXフィルタの出力が基準信号として入力され、該誤差信号が小さくなるように該適応フィルタの係数を更新して、該伝達関数Fを最適化する係数更新器と、

- 10 を備え、

前記信号補正手段は、前記遅延制御を行う場合には、該制御音源から放射された該制御音が該誤差検出器に到達するのに要する時間に相当する遅延時間で該遅延制御を行う、請求項15に記載の拡声装置。

- 15 17. 前記適応フィルタの前記伝達関数Fは、前記拡声音源から前記誤差検出器までの音響伝達関数をGとするとときに $-G/C$ と表現される、請求項16に記載の拡声装置。

- 20 18. 前記制御音源は、その音響放射面が前記拡声音源の音響放射面と対称となるように該拡声音源と同一軸上に取付けられている、請求項13に記載の拡声装置。

- 25 19. 前記誤差検出器は、前記拡声音源の音響放射面及び前記制御音源の音響放射面の各々の中心を通る直線上に設置されている、請求項14に記載の拡声装置。

- 20 20. 前記誤差検出器は、前記拡声音源の音響放射面及び前記制御音源の音響放

射面の各々の中心を通る直線上に設置されている、請求項 16 に記載の拡声装置。

21. 搭乗者の位置の近傍に取り付けられて、少なくとも 1 つの音響放射の主軸が車室外に向いているダイポール音源と、

5 音響信号を増幅した後にその出力を該ダイポール音源に入力する信号処理手段と、
を備える、車載用拡声装置。

10 22. 前記ダイポール音源の中心近傍に取り付けられて、その音響放射が該ダイポール音源の車室内に向いている前記音響放射と逆位相になるように駆動される無指向性音源を更に備え、

前記信号処理手段の前記出力は、該無指向性音源にも入力される、請求項 21 に記載の車載用拡声装置。

15 23. 前記ダイポール音源は、少なくとも 2 つのスピーカを含み、該少なくとも 2 つのスピーカは各々の音響放射面が互いに反対方向になるように配置されていて、

前記信号処理手段は、該ダイポール音源に含まれる該スピーカの少なくとも 1 つに対する入力位相を可変する、請求項 21 に記載の車載用拡声装置。

20

24. 前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも 2 つのスピーカの各々は、音波の進行方向に垂直な断面積が連続的に変化する音響管を有し、該各々のスピーカの該音響管はその音響放射面が互いに反対方向に向くように配置されていて、前記信号処理手段の出力によって駆動されるスピーカの放射音は該音響管に導か

25 れて放射される、請求項 23 に記載の車載用拡声装置。

25. 前記信号処理手段は、

前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも2つのスピーカの内の第1のスピーカの近傍に配置された放射音検出器と、

該ダイポール音源に含まれる第2のスピーカの近傍に配設された誤差検出器と、

5 該放射音検出器及び該誤差検出器の各々の出力を加算する加算器と、

前記音響信号と該加算器の該出力とが入力されて、該加算器の該出力が小さくなるように演算を行って、得られた結果を該誤差検出器の近傍に位置する該第2のスピーカに入力する演算手段と、

を備え、

10 該音響信号が、該放射音検出器の近傍に位置する該第1のスピーカに入力されるように構成されている、請求項23に記載の車載用拡声装置。

26. 前記演算手段は、

前記音響信号が入力される適応フィルタと、

15 該音響信号が入力されるフィルタと、

前記加算器の前記出力と該フィルタの出力とが入力される係数更新器と

を備え、

該適応フィルタの出力は前記誤差検出器の近傍に位置する前記第2のスピーカに入力され、

20 該係数更新器は、該加算器の該出力が小さくなるように演算を行って該適応フィルタの係数を更新し、

該フィルタは、該誤差検出器から該誤差検出器の近傍に位置する該第2のスピーカまでの伝達関数に等しい特性を有する、請求項25に記載の車載用拡声装置。

25 27. 前記信号処理手段は、

前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも2つのスピーカの内の第1のス

ピーカの近傍に配置された放射音検出器と、

該ダイポール音源に含まれる第 2 のスピーカの近傍に配置された第 1 の誤差検出器と、

前記無指向性音源の近傍に配置された第 2 の誤差検出器と、

5 該第 2 の誤差検出器の出力が入力される信号補正手段と、

該放射音検出器の出力と該第 1 の誤差検出器の出力とを加算する第 1 の加算器と、

該第 1 の誤差検出器の該出力と該信号補正手段の出力とを加算する第 2 の加算器と、

10 前記音響信号と該第 1 の加算器の出力信号とが入力されて、該第 1 の加算器の該出力信号が小さくなるように演算を行って、その出力が該第 1 の誤差検出器の近傍に位置する該第 2 のスピーカに入力される第 1 の演算手段と、

該音響信号と該第 2 の加算器の出力信号とが入力されて、該第 2 の加算器の該出力信号が小さくなるように演算を行って、その出力が該無指向性音源に入力される第 2 の演算手段と、

15 を備え、

該前記音響信号を該放射音検出器の近傍に位置する該第 1 のスピーカに入力するように構成されている、請求項 2 3 に記載の車載用拡声装置。

20 2 8. 前記第 1 の演算手段は、

前記音響信号が入力される第 1 の適応フィルタと、

該音響信号が入力される第 1 のフィルタと、

前記第 1 の加算器の前記出力と該第 1 のフィルタの出力とが入力される第 1 の係数更新器と、

25 を備え、

該第 1 の適応フィルタの出力が該第 1 の誤差検出器の近傍に位置する前記第 2

のスピーカに入力され、

該第 1 の係数更新器は、該第 1 の加算器の該出力が小さくなるように演算を行
って、該第 1 の適応フィルタの係数を更新し、

5 該第 1 のフィルタは、該第 1 の誤差検出器から該第 1 の誤差検出器の近傍に位
置する該第 2 のスピーカまでの伝達関数に等しい特性を有しており、
前記第 2 の演算手段は、

該音響信号が入力される第 2 の適応フィルタと、

該音響信号が入力される第 2 のフィルタと、

10 前記第 2 の加算器の前記出力と該第 2 のフィルタの出力とが入力される第 2 の
係数更新器と、
を備え、

該第 2 の適応フィルタの出力が前記無指向性音源に入力され、

該第 2 の係数更新器は、該第 2 の加算器の該出力が小さくなるように演算を行
って、該第 2 の適応フィルタの係数を更新し、

15 該第 2 のフィルタは、該第 2 の誤差検出器から該無指向性音源までの伝達関数
に等しい特性を有する、請求項 27 に記載の車載用拡声装置。

20 29. 前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも 2 つのスピーカの各々が有
する前記音響管は、所望の屈曲形状の音道から構成される、請求項 24 に記載の
車載用拡声装置。

25 30. 前記ダイポール音源に含まれる前記少なくとも 2 つのスピーカは、該スピー
カの各々が有する前記音響管に含まれる前記音響放射面の間隔が、再生音の波
長のほぼ $1/2$ 以下になるように配置されている、請求項 29 に記載の車載用拡
声装置。

3 1. 所望の周波数における前記拡声音の位相と前記制御音の位相との間の差が、該拡声音の音響放射の主軸方向では実質的に90度以内になるように、前記拡声音源の音響放射面と前記制御音源の音響放射面とが配置されている、請求項1に記載の拡声装置。

5

3 2. 所望の周波数における前記拡声音の位相と前記制御音の位相との間の差が、該拡声音の音響放射の主軸方向では実質的に90度以内になるように、前記拡声音源の音響放射面と前記制御音源の音響放射面とは配置されている、請求項13に記載の拡声装置。

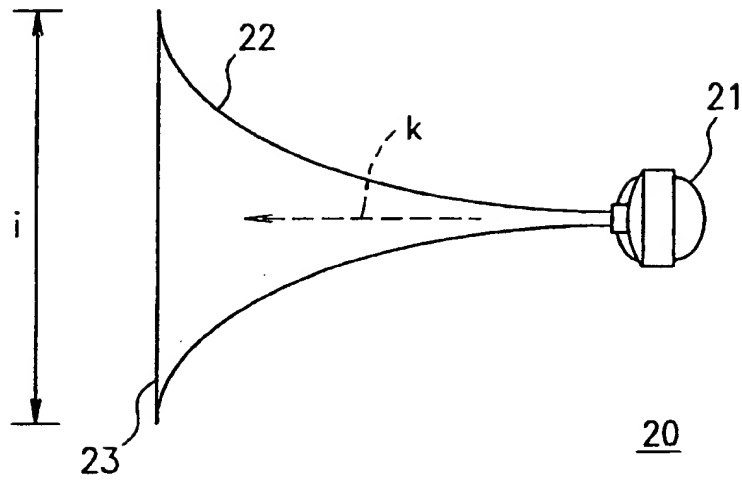
10

3 3. 前記ダイポール音源は、拡声音を放射する拡声音源と制御音を放射する制御音源とを含み、

所望の周波数における該拡声音の位相と該制御音の位相との間の差が、該拡声音の音響放射の主軸方向では実質的に90度以内になるように、該拡声音源の音響放射面と該制御音源の音響放射面とが配置されている、請求項21に記載の車載用拡声装置。

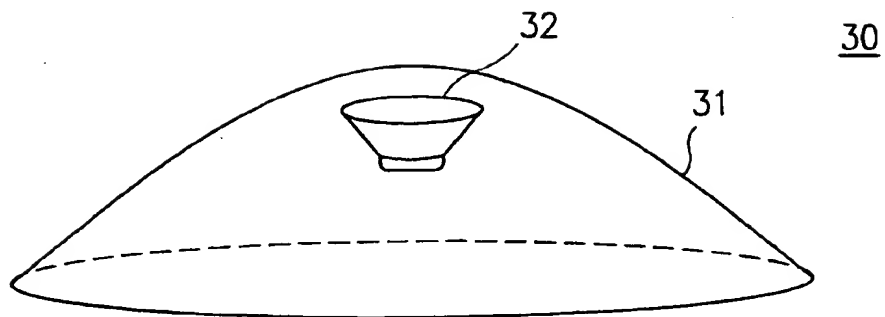
15

図 1



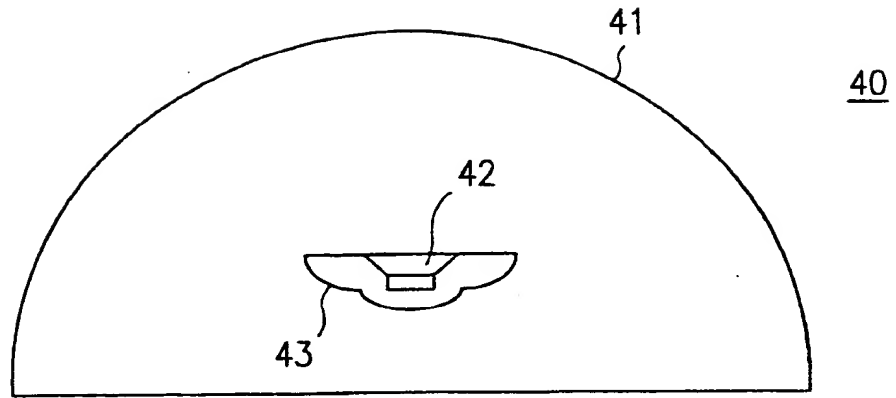
THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 2

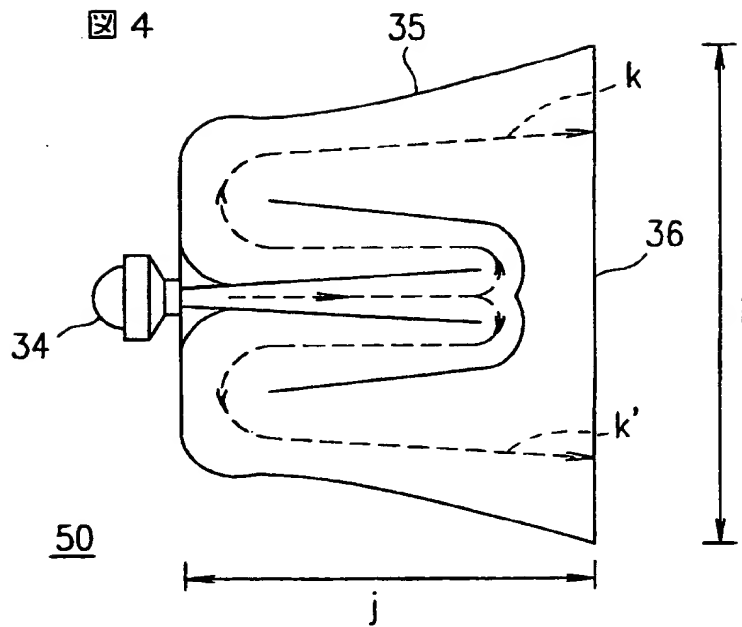


THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図5

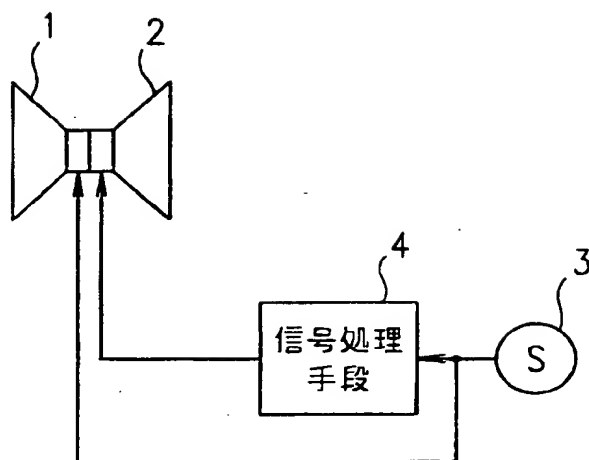
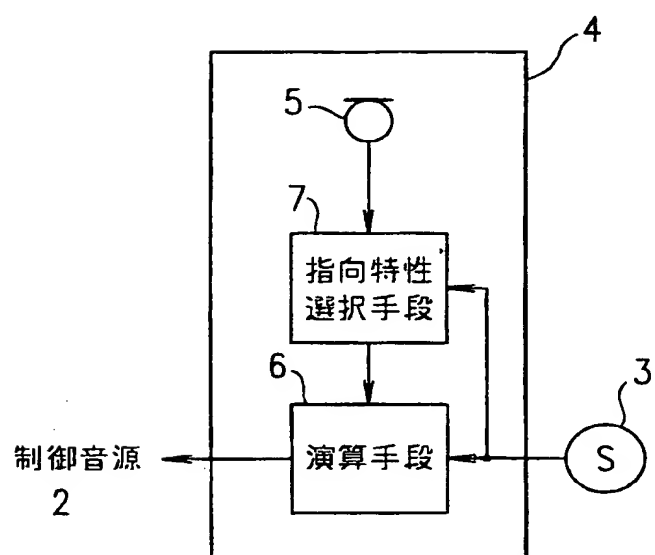
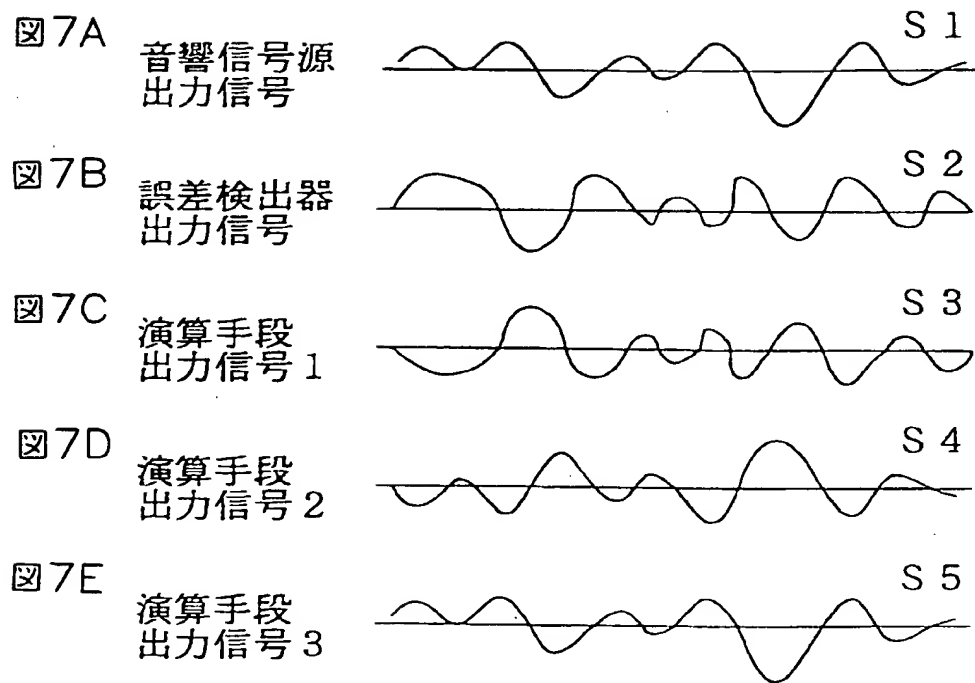
100

図6



THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図8

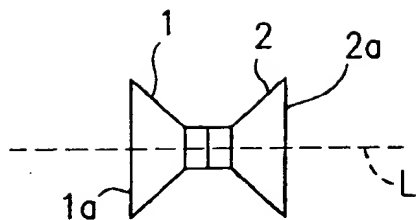


図9

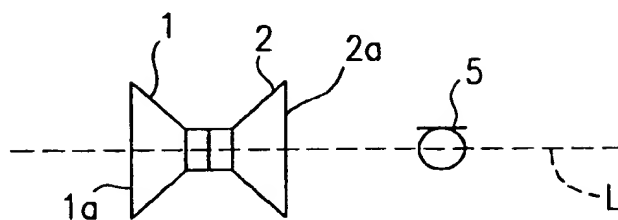
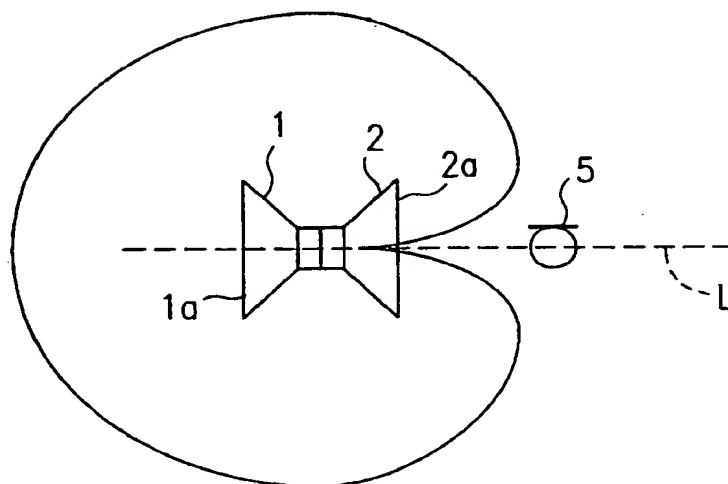


図10



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 11

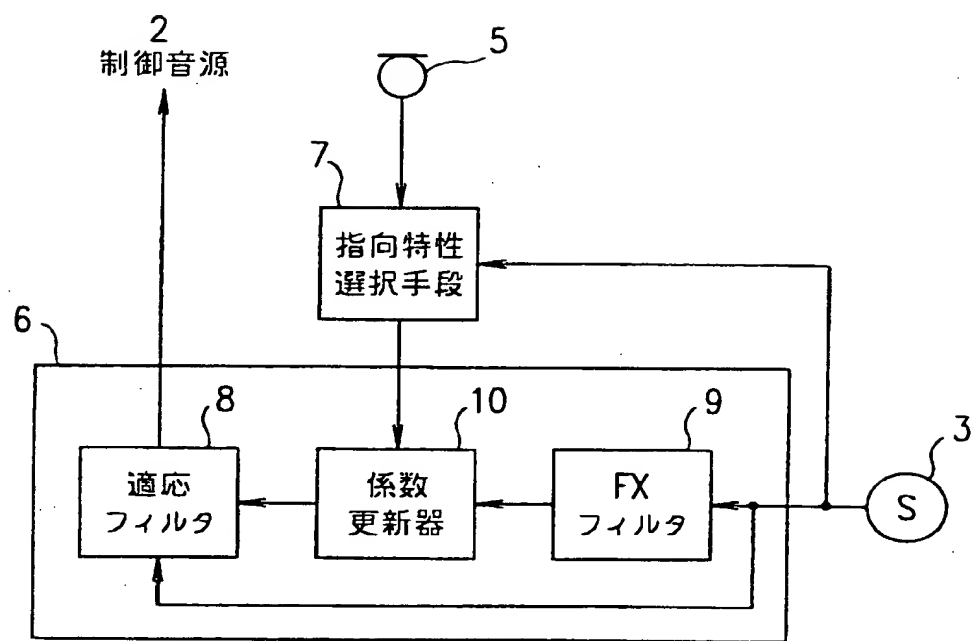
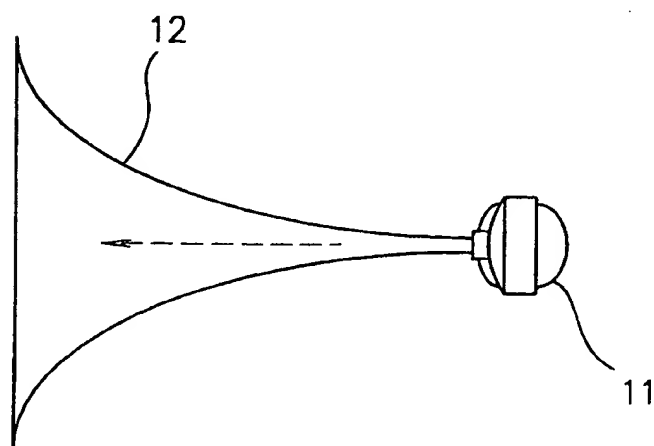
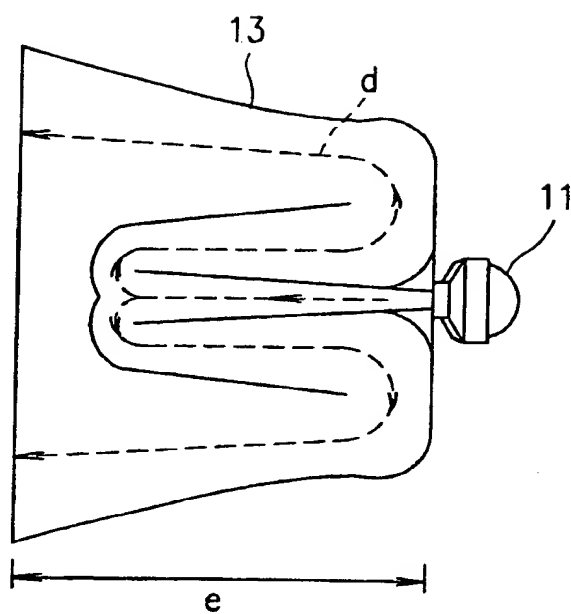


図 12



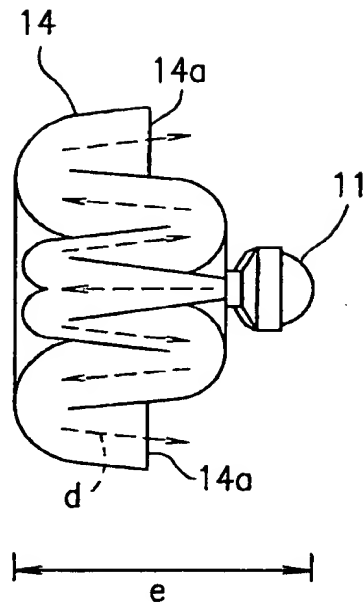
THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 13



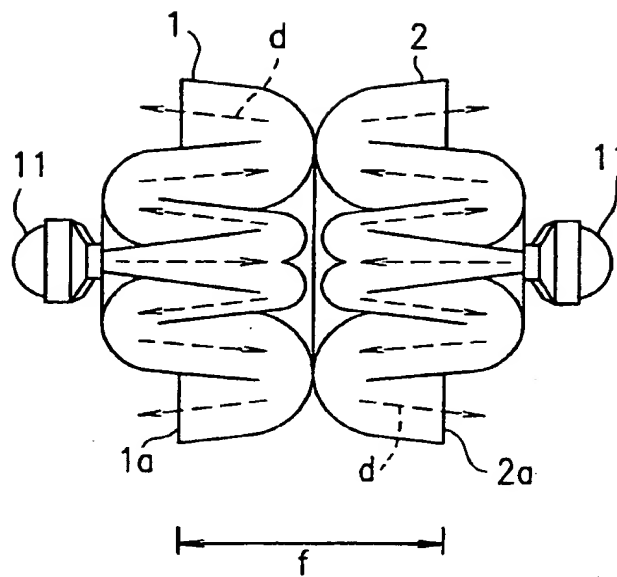
THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 14



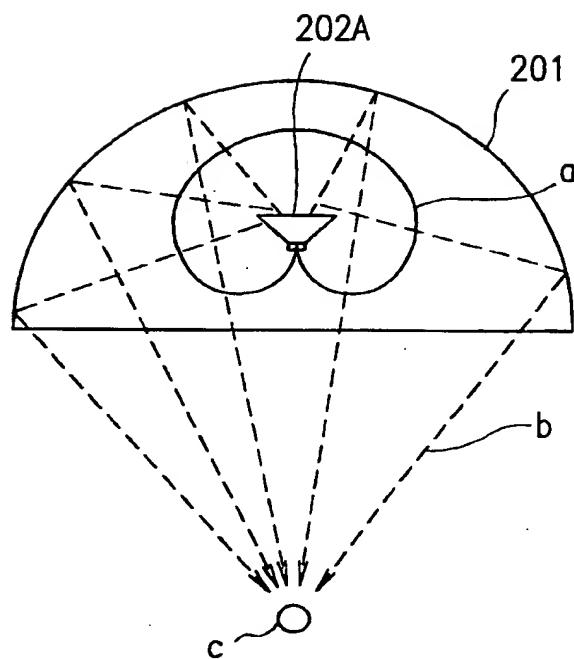
THIS PAGE BLANK (USPTO)

15



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 16

210

THIS PAGE BLANK (USPTO)

図17A

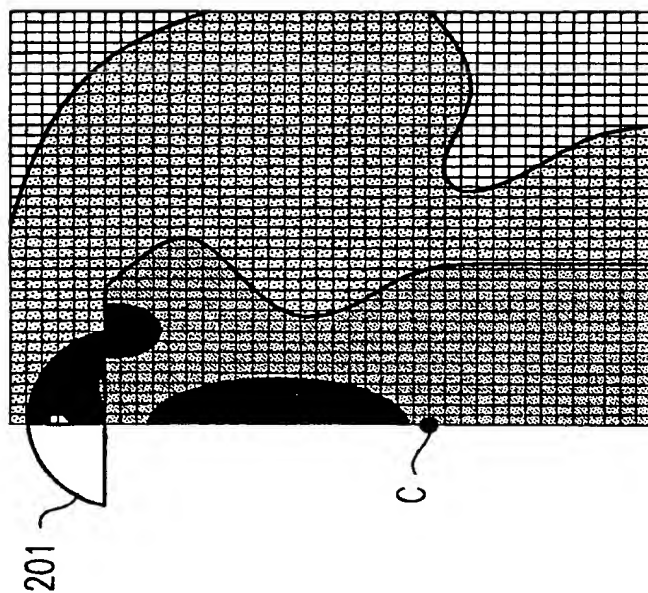


図17B

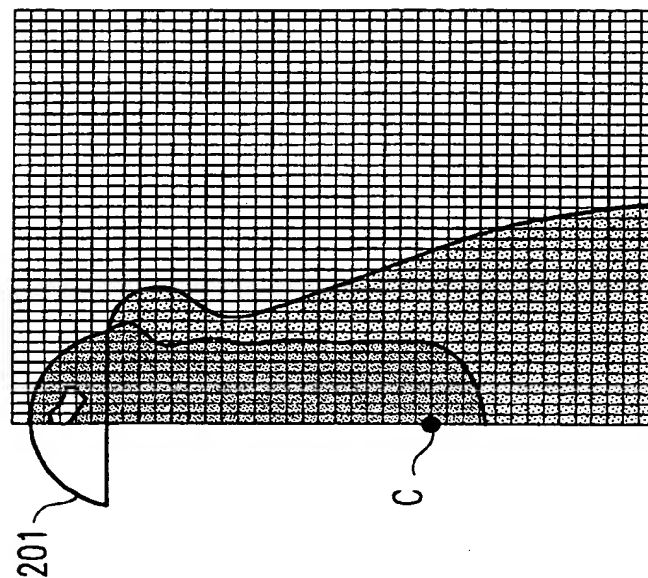
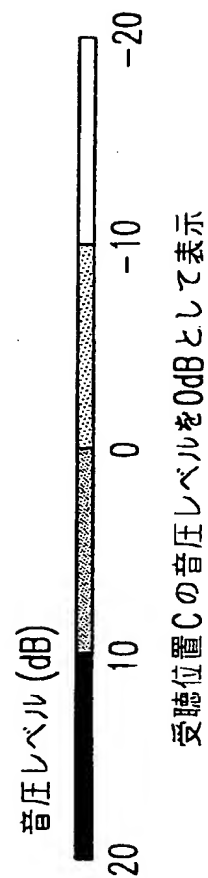


図17C



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 18

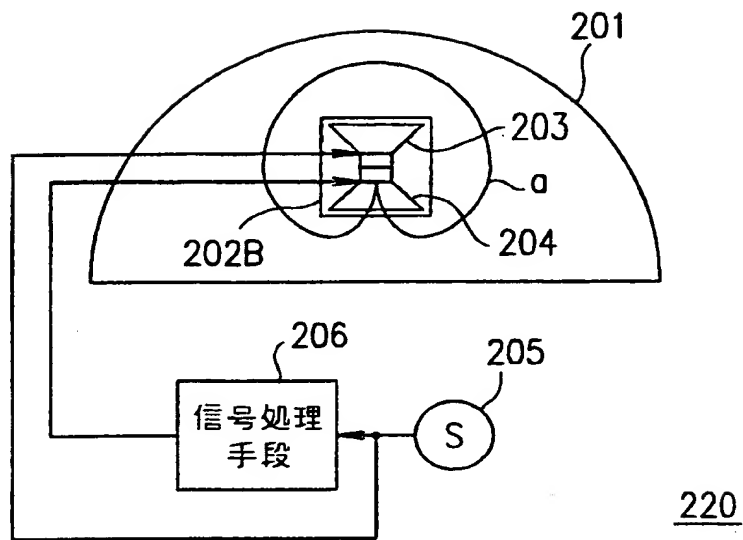
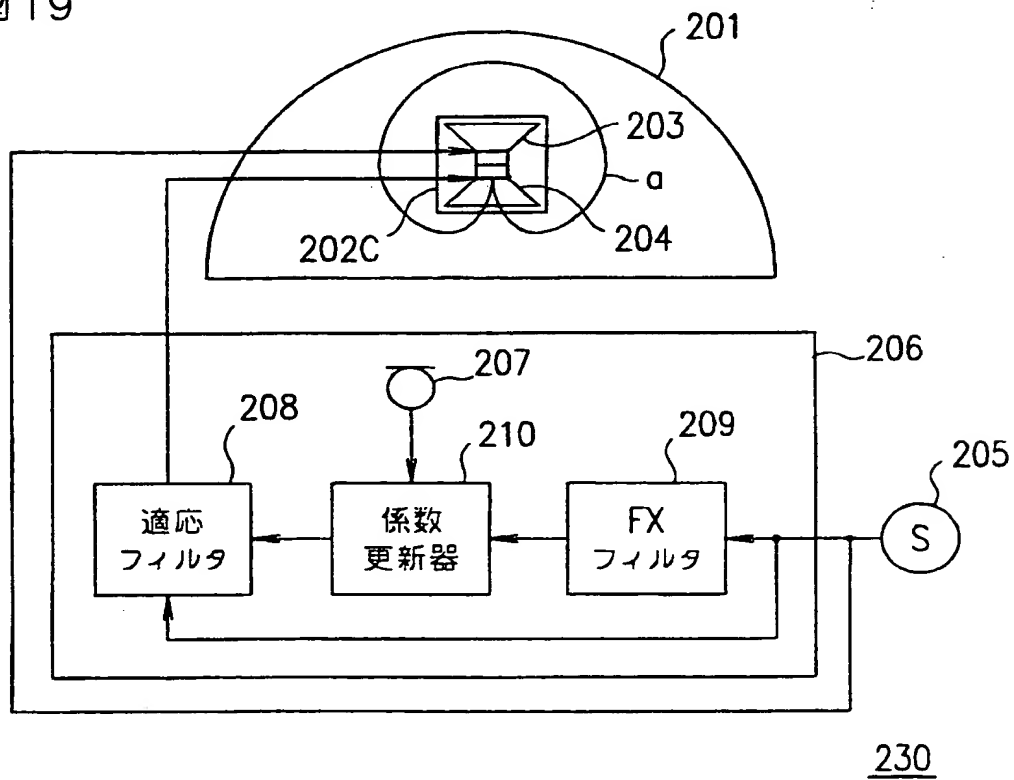


図 19



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 20

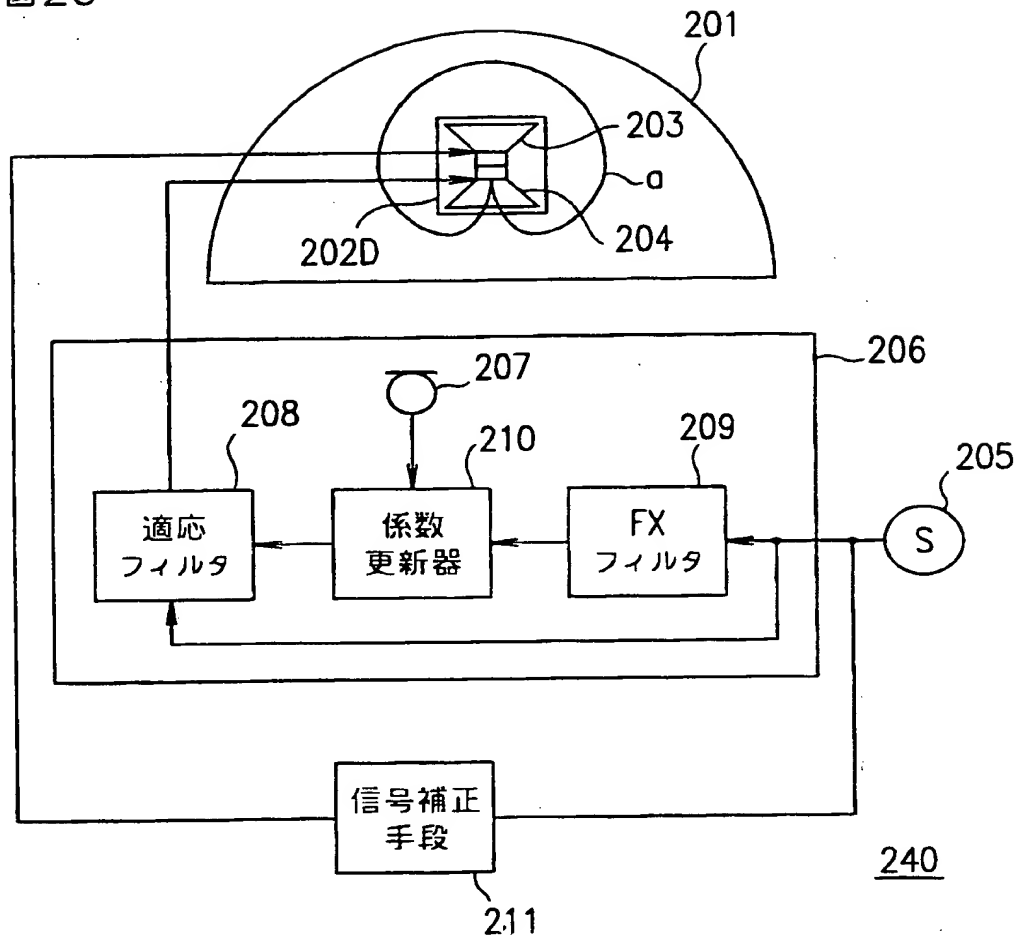
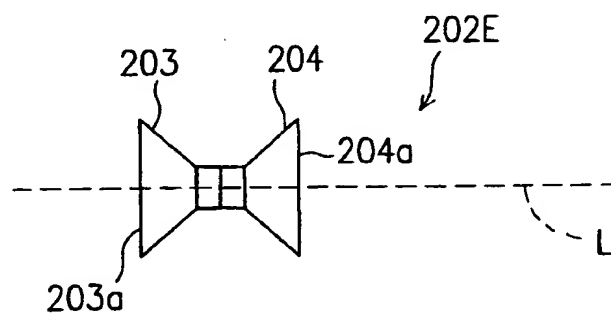
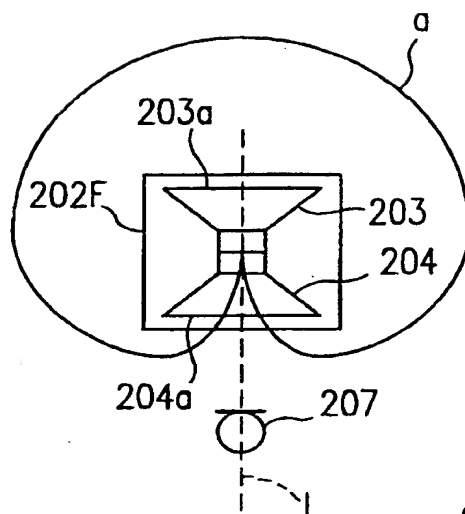


図 21



THIS PAGE BLANK (USPTO)

22

260

THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 23

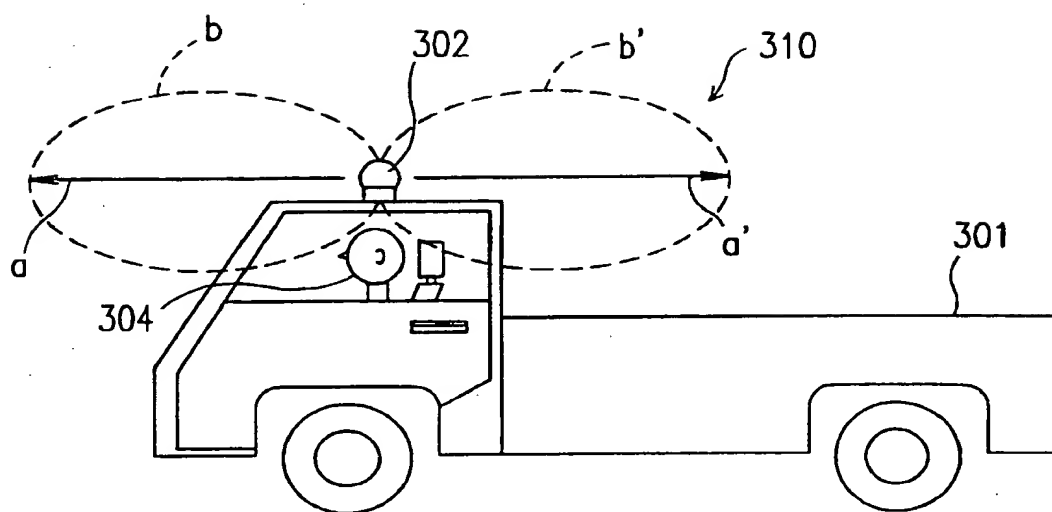
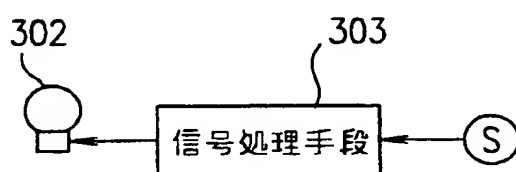


図 24



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図25

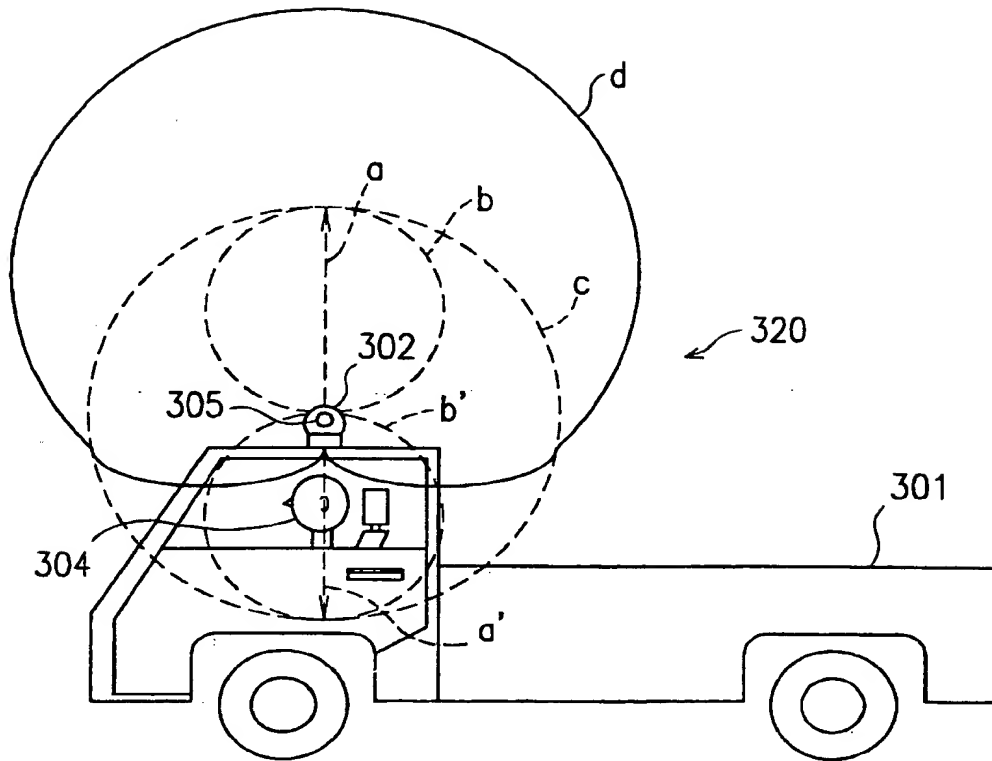


図26

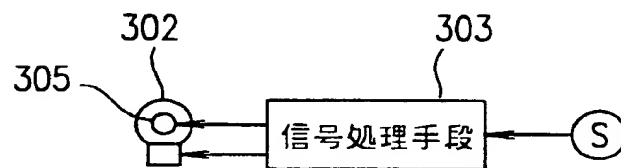
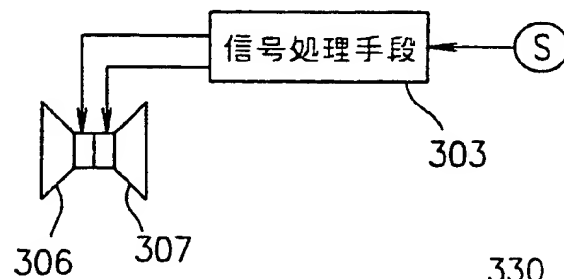


図27



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 28A

位相差 180 度

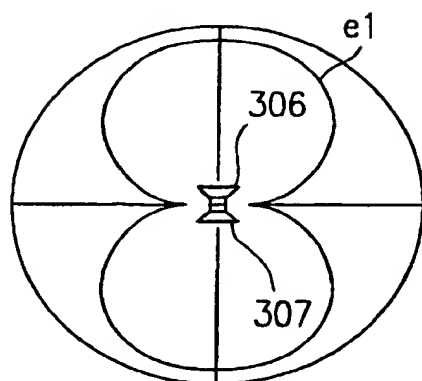


図 28B

位相差 150 度

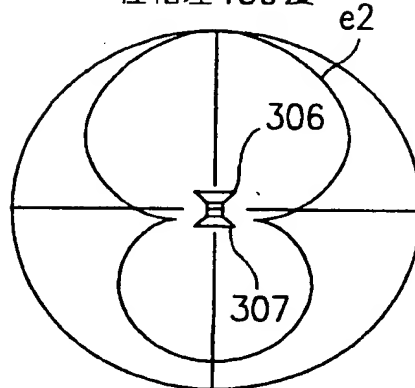


図 28C

位相差 120 度

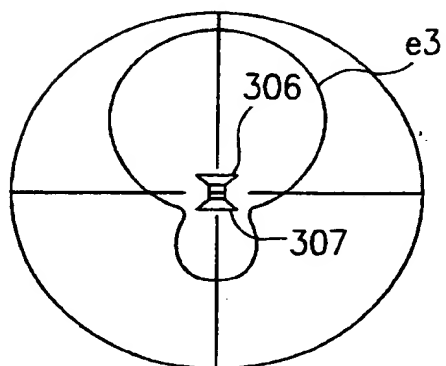
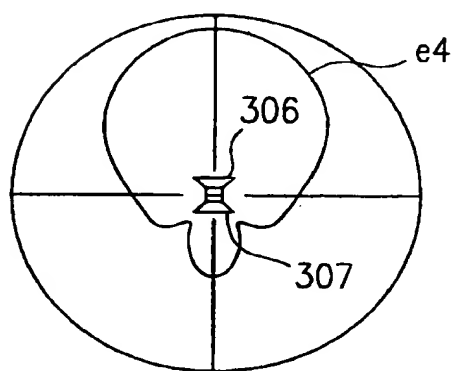


図 28D

位相差 90 度



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 29

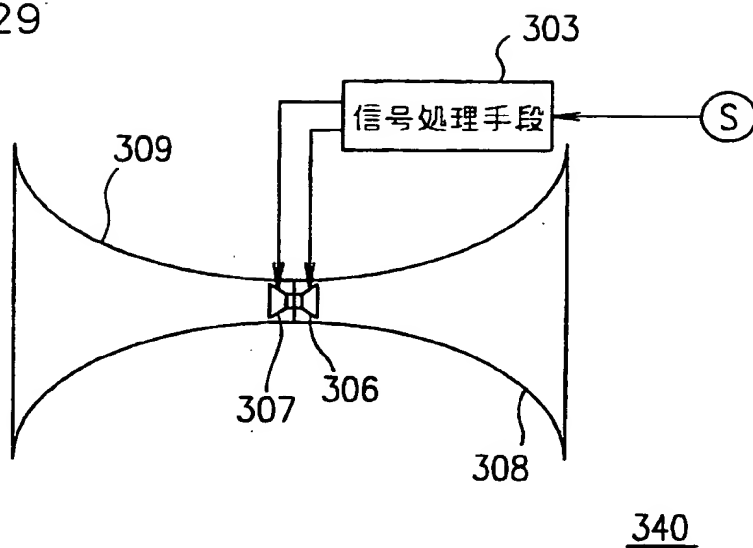
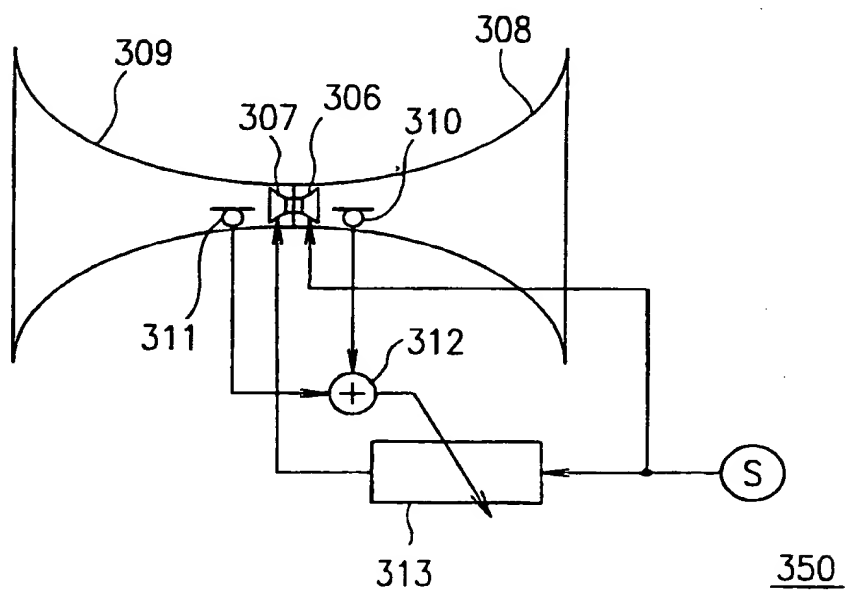


図 30



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 31

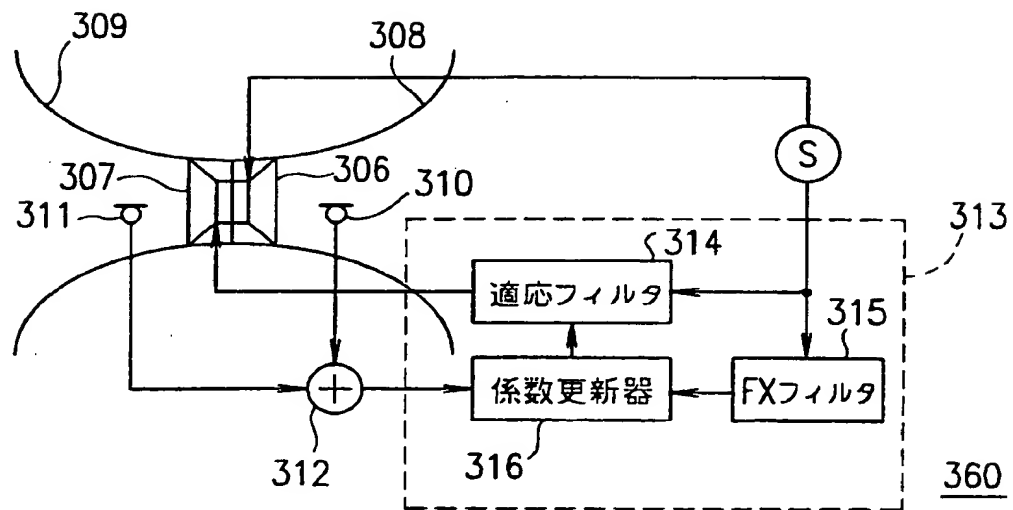
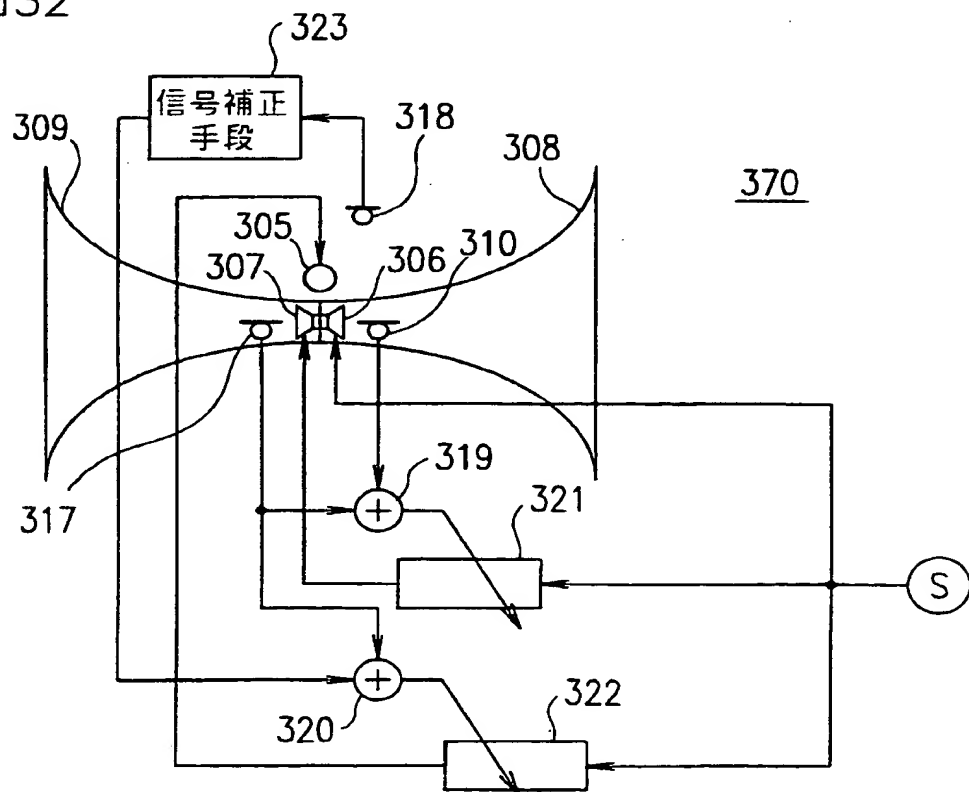
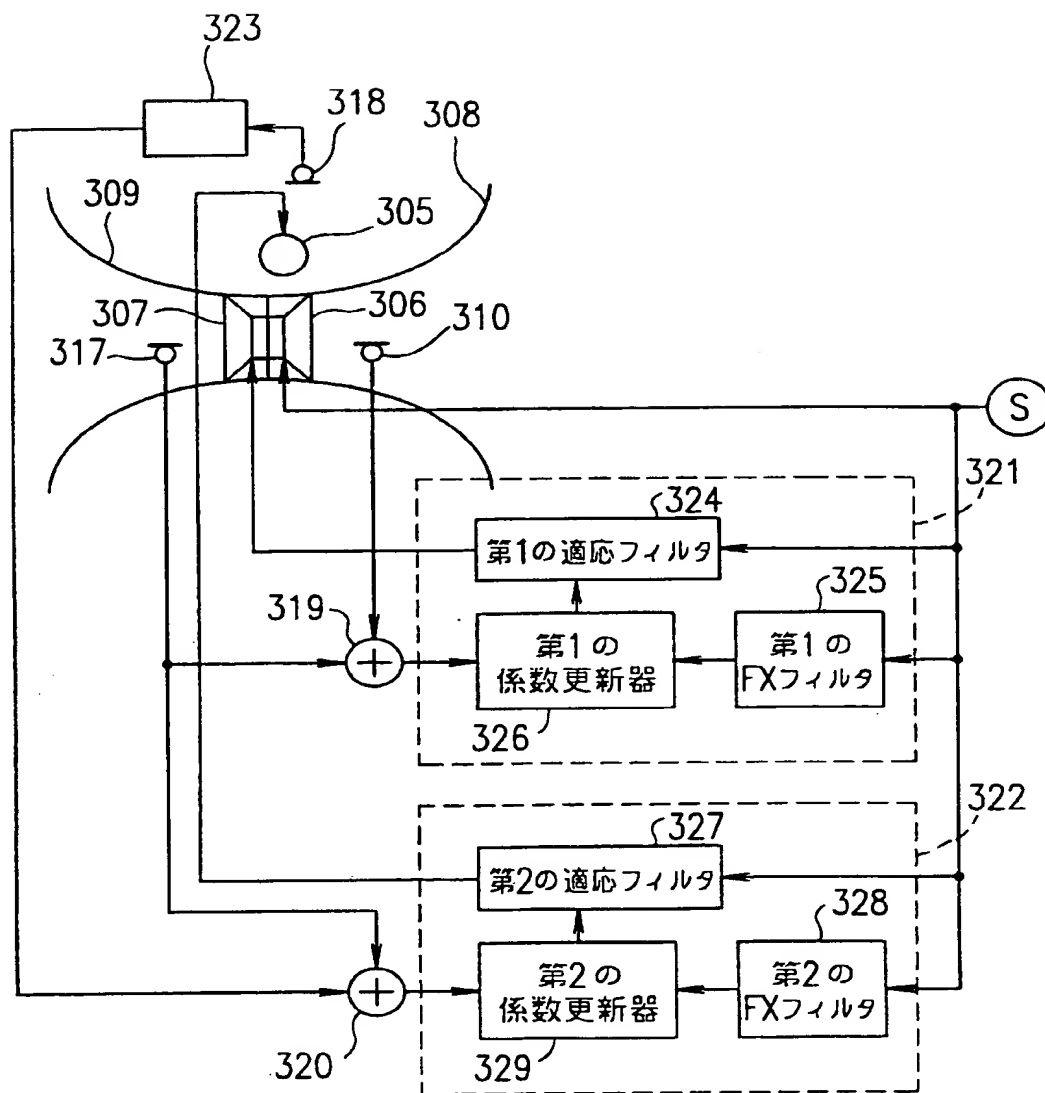


図 32

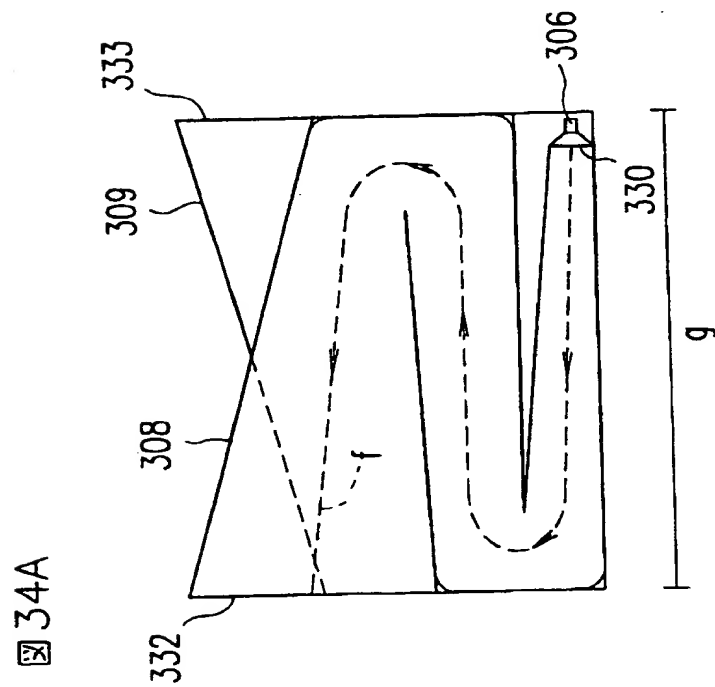
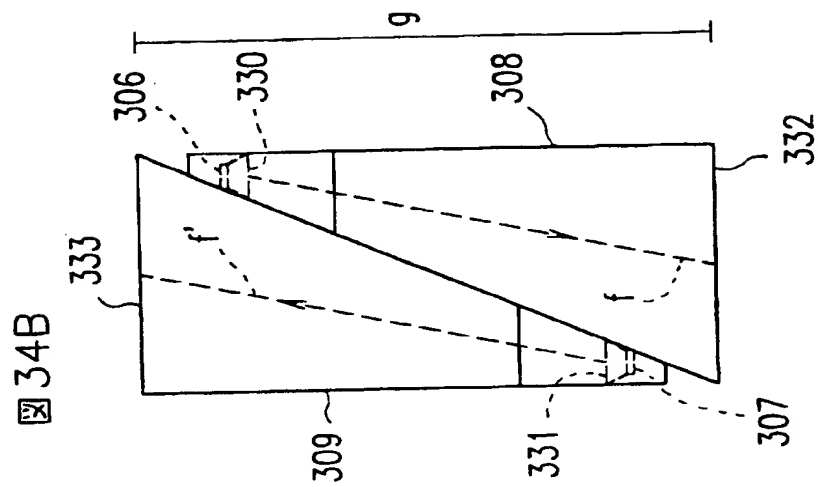


THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 33



THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 35A

音響放射面間隔
:再生波長 $\times(1/4)$

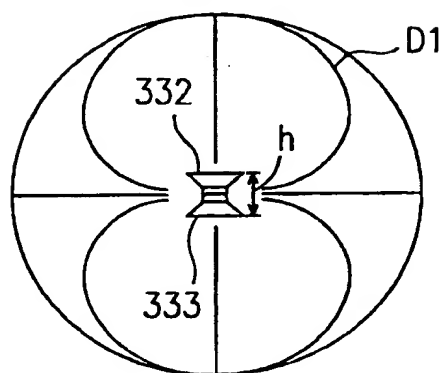


図 35B

音響放射面間隔
:再生波長 $\times(1/2)$

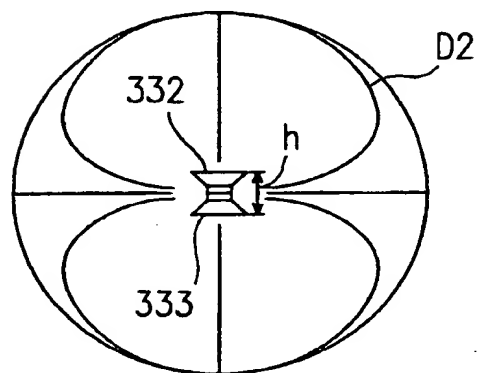


図 35C

音響放射面間隔
:再生波長 $\times(2/3)$

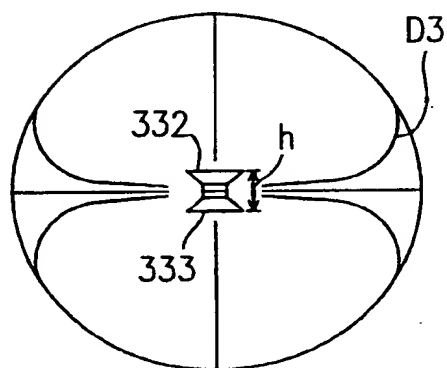
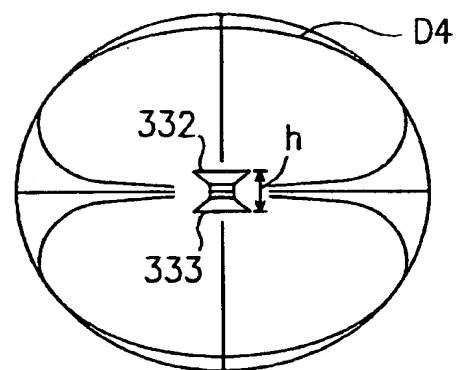


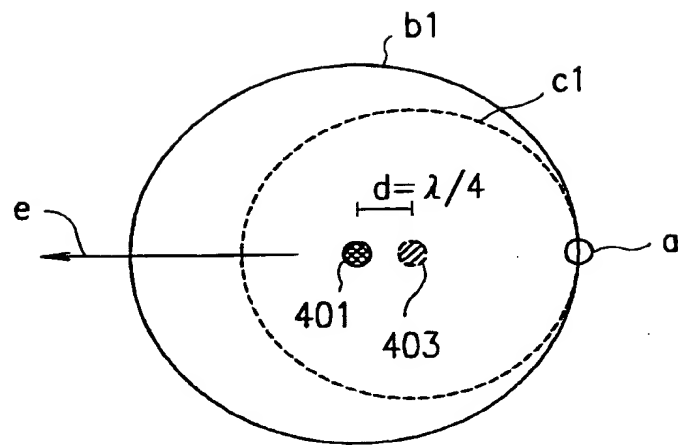
図 35D

音響放射面間隔
:再生波長 $\times(8/9)$



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 36

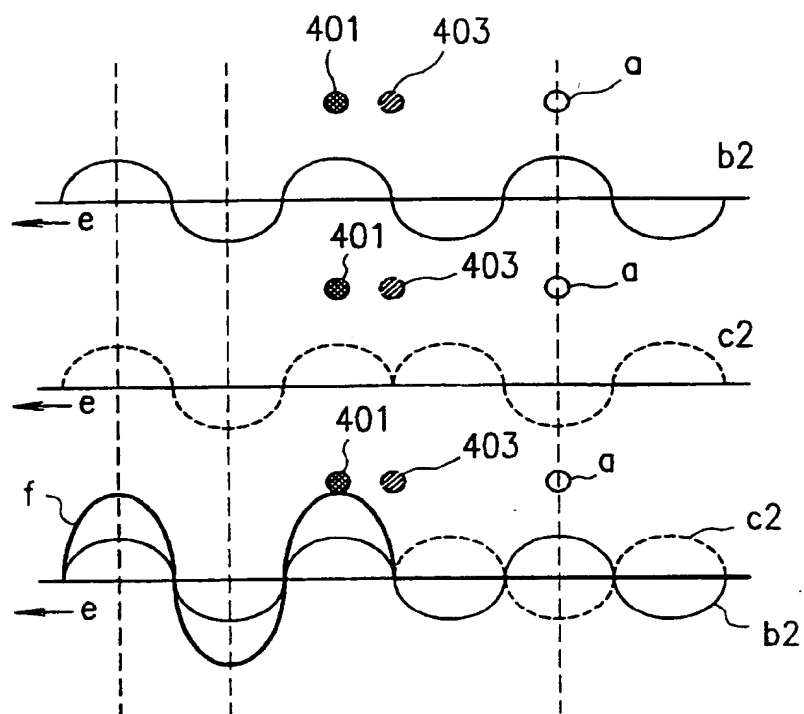


THIS PAGE BLANK (USPTO)

37A

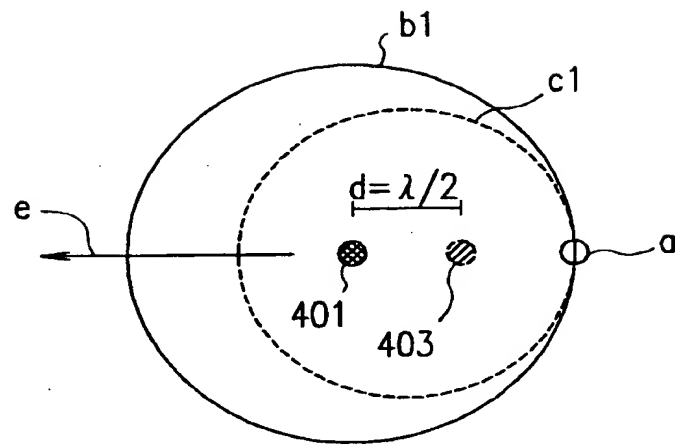
37B

37C



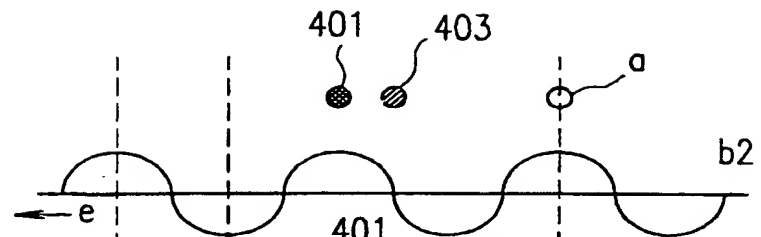
THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 38

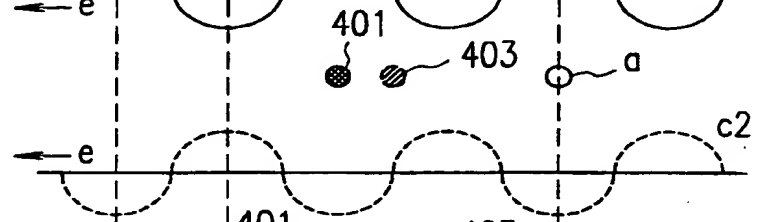


THIS PAGE BLANK (USPTO)

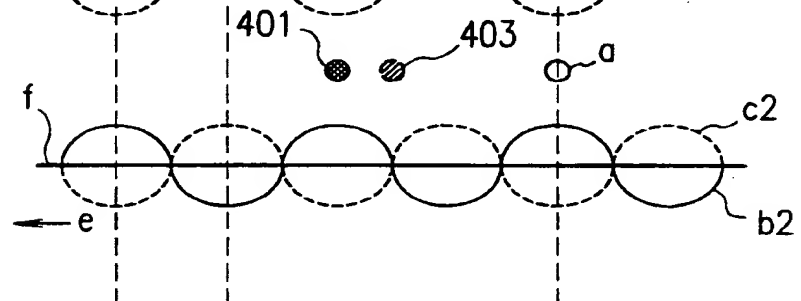
39A



39B



39C



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/04471

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ H04R5/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ H04R3/00, 5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1926-1998 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 7-212893, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 August, 1995 (11. 08. 95) (Family: none)	1-33
A	JP, 52-153725, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 December, 1977 (21. 12. 77) (Family: none)	1-33
A	JP, 4-58698, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 February, 1992 (25. 02. 92) (Family: none)	1-33

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
28 January, 1999 (28. 01. 99)

Date of mailing of the international search report
9 February, 1999 (09. 02. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)